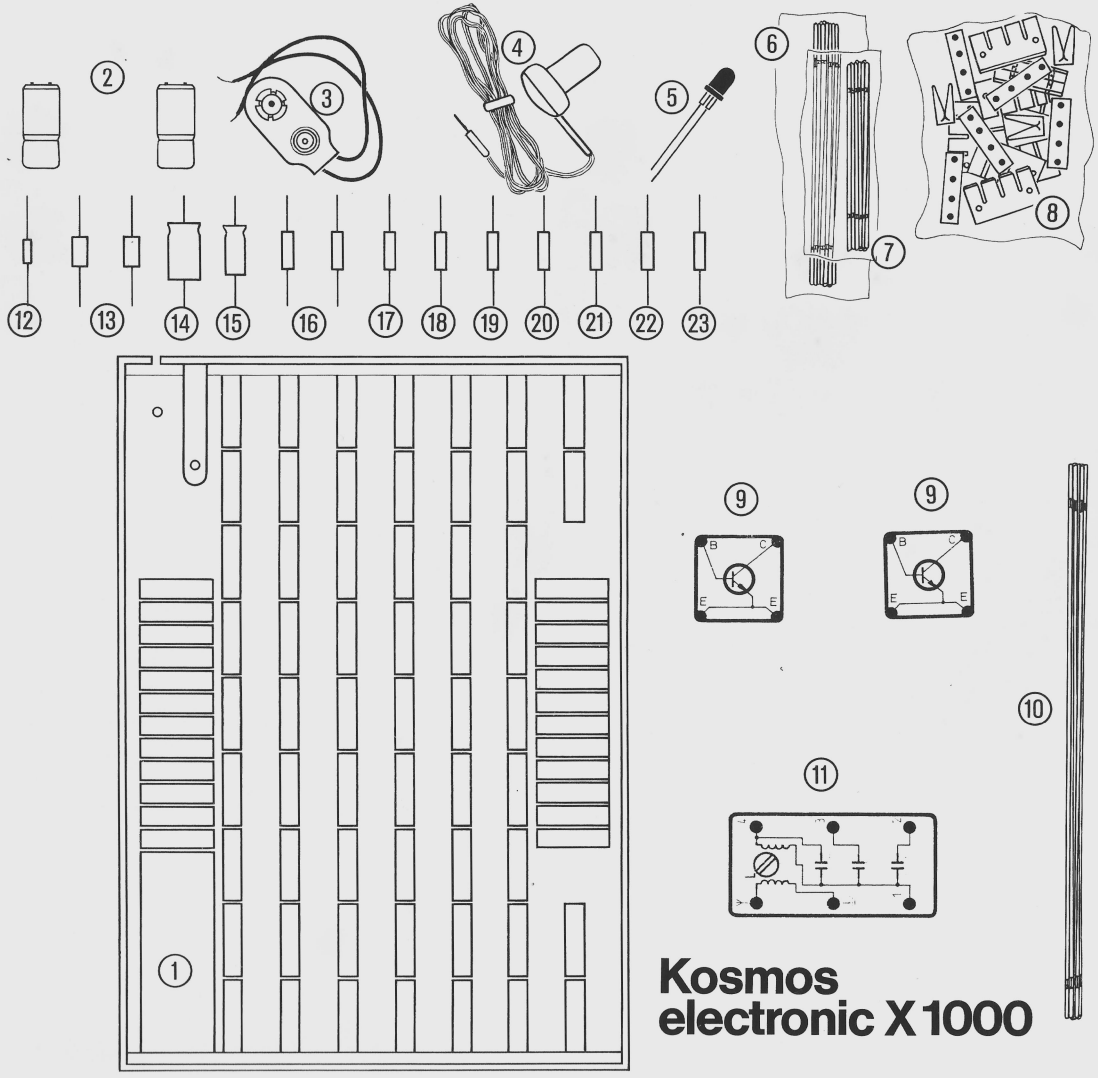
kosmos

electronic X1000-X2000

STUKLIJST DEEL I

Onderdeel	Bestelnr.
1. Montageplaat	60-7010.7
2. Twee druktoetsen	60-0036.7
3. Batterij-aansluiting	60-4210.6
4. Oortelefoon	60-4205.6
5. Licht-emitterende Diode (LED)	60-0205.8
6. Bundel lange draadbruggen	60-0029.2
7. Bundel korte draadbruggen	60-0028.2
8. Bundel klemveren	60-0061.2
9. Twee npn-transistor-modules	60-4300.6
10. Bundel draadstukken	60-4110.2
11. Middengolfmoduul	60-4301.6
12. Germaniumdiode	60-0203.8
13. Twee kondensatoren van elk 6,8 nF	60-0326.8
14. Elektrolytische kondensator 100 μF	60-0334.8
15. Elektrolytische kondensator 10 μF	60-0335.8
16. Twee weerstanden van elk 470 Ω	60-0435.8
17. Weerstand 1 kΩ	60-0430.8
18. Weerstand 5,6 kΩ	60-0405.8
19. Weerstand 15 kΩ	60-0432.8
20. Weerstand 33 kΩ	60-0413.8
21. Weerstand 100 kΩ	60-0425.8
22. Weerstand 220 kΩ	60-0434.8
23. Weerstand 680 kΩ	60-0442.8



Kosmos electronic X 1000

kosmos

Experimenteerhandboek

Electronic X 1000 / X 2000

Dit experimenteerhandboek bestaat uit twee delen.
De bezitters van doos X 1000 kunnen alle experimenten tot Nr. 111 uitvoeren.
De bezitters van doos X 2000 kunnen bovendien de experimenten Nr. 112 tot Nr. 174 uitvoeren.

Voor de experimenten is een 9 volt-batterij nodig van het type 6 F 22, die vanwege de beperkte houdbaarheid niet bij de doos meegeleverd wordt.

Franckh'sche Verlagshandlung
Stuttgart

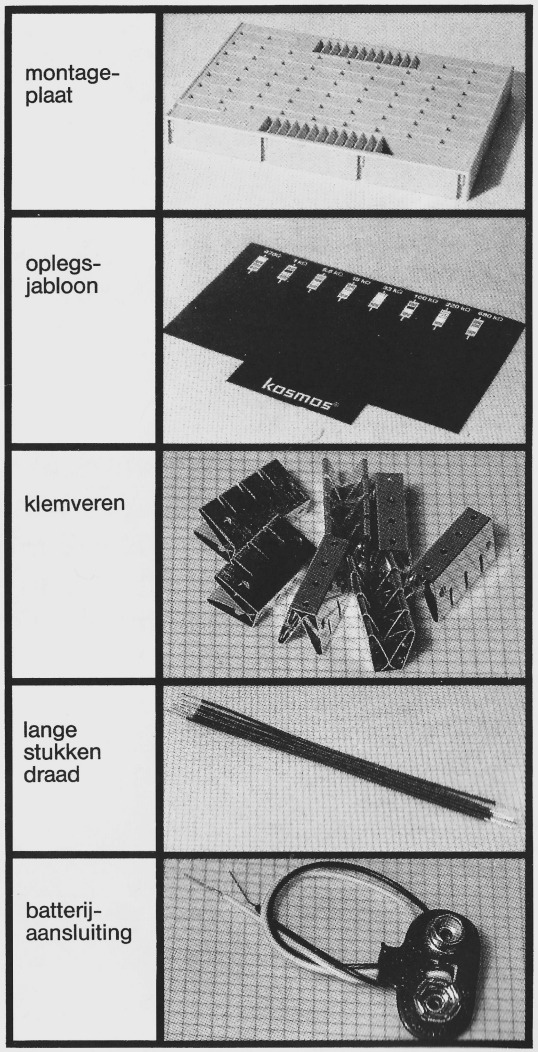
Inhoudsopgave

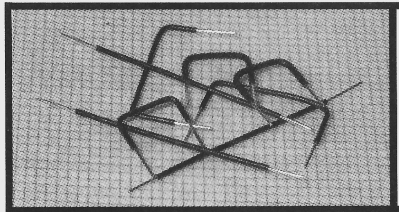
Bladzijde

Deel I
Stuklijst
Onderdelen 2
1. Wie reist 5
Voorbereiding van de montageplaat 6
Plaatsen van de klemveren 7
Aansluiten van de batterij 7
Buigen van de draadbruggen 7
2. Naar Kaap de Goede Hoop 8
In de rondte: de stroomkring 9
Pas op! Gevaar!: het knipperlicht 10
Behoorlijk sterk: de elektrische stroom 12
Een ander knipperritme 13
Waarschuwingslicht: werk-in-uitvoering 13
Verlichting van waarschuwingsborden 13
Kontrolelampje 13
Een eenvoudige stroomkring 14
Een brug, die niets draagt 14
En nu met z'n twee en ... 15
Onderbreking gewenst 15
Redde zich, wie zich redden kan: overstromingsindikatie 16
Hoogwatermelding 16
Stroom moet stromen 17
Het kan ook direkt 17
Regenmelder 17
Plantenhoeder 18
Niet alleen voor vergeetals: de lichtautomaat 18
Automatische lichtschakelaar 18
Hoe verkort je de brandtijd van het licht? 19
Een schakeling zoekt een toepassing 19
Elektronische eierwekker 19
Licht met sluimerautomaat 20
3. Op het ruimtevaartcentrum 20
Spannend: de spanning 21
Batterijtester 21
Welke spanning heeft de batterij 22
Is de batterij nog goed? 22
Spanning van meer dan 6 Volt 23
Test voor nog hogere spanningen 23
Kontrole van een auto-akku 23
Knelpunt: de weerstand 23
Allerlei kleurtjes voor weerstanden 24
Grotere weerstand – minder stroom 25
Weerstanden – parallelgeschakeld 25
Weerstanden in serie 26
Goed of defekt: transistortester 26
Een sterke stroomversterker: de transistor 27
Basisexperimenten met de transistor 27
Kleine stroompjes zijn al genoeg 28
Gevoelig: een elektronische tiptoets 28
4. In San Francisco 29
Elektriciteitsopslag: de kondensator 30
Onthouden: een paar eenvoudige experimenten met de kondensator 30
Een mini-flitslicht 31
Hels kabaal: de sirene 32
Aan- en afzwellend geluid 33
De "slakkensirene" 33
Nu gaat het er heet aan toe: brandmelder 33
Kontroleschakeling voor ruitesproeierreservoir 35
Waarschuwing bij watertekort 35
Planten-kontroleapparaat 36
5. In het rekencentrum in New York 36
Geraffineerd: de intelligente deurbel 37
Computer-alarminstallatie 38
Deurbel met geheugen 39
Computerlogika 39
JA-schakeling 40
NIET-schakeling 40
EN-schakeling 41
OF-schakeling 41
NEN-schakeling 42
NOF-schakeling 42
6. De reis naar Egypte 43
De misthoorn 43
Morsetoestel 44
Hoe klinkt een appel?
Een elektronisch muziekinstrument 46
Hij fluit bij neerslag: de akoestische regenmelder 47
Weerstanden worden hoorbaar: het meten van het elektrisch geleidingsvermogen 48
Verjaagt insekten: de elektronische muggenverdrijver 48
7. In de TV-studio's van Parijs 48
Ritme: de elektronische metronoom 49
Elektronische quiz-klok 50
Aan en Uit door een druk op de toets 51
Reageert bij elke druk op de toets: de elektronische wisselschakelaar 52
8. Bij Scotland Yard 53
De politiesirene 54
Inbrekers hebben geen schijn van kans: de "Scotland Yard"-alarminstallatie 55
Bijna onzichtbaar: een dunne draad 56
Al is de leugen nog zo snel,...: de leugendetektor 57
Schotse liedjes bij Scotland Yard: een doedelzak voor vier tonen 57
9. Terug thuis 59
Eenrichtingsweg voor elektronen: de diode 59
Onthouden: basisschakelingen met dioden 59
Wat twee dioden voor elkaar krijgen 60
Energieoverdracht door de lucht: de spoel 61
Basisexperimenten met de spoel 62
Kontakt met de wereld: de radioontvanger 64
Betere ontvangst: de ontvanger met reflexversterking 66
De reis is ten einde – en wat nu? 66

Storingen zoeken 100

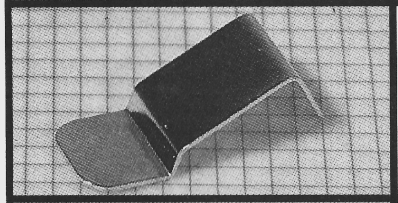
Deel II 67



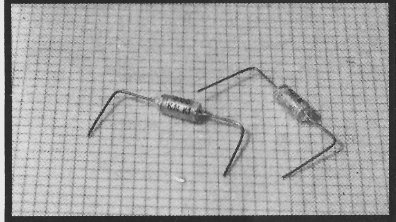


opbouw schemasymbool

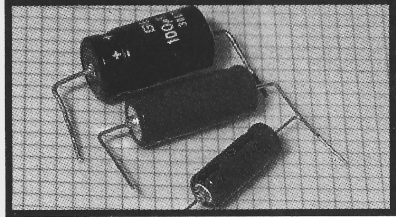
draadbrug



toets



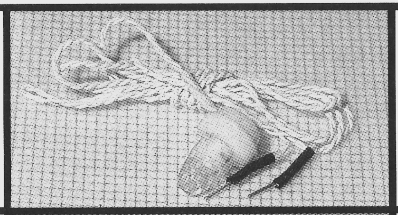
kondensator



elektrolytische kondensator (elko)

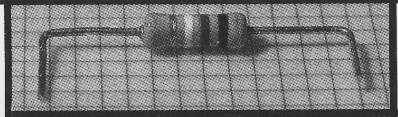
kondensatoren:
1 pF = 1 pikofarad
1 nF = 1 nanofarad (1000 pF)
1 µF = 1 mikrofarad (1000 nF)

weerstanden:
1 Ω = 1 ohm
1 kΩ = 1 kilo-ohm (1000 Ω)
1 MΩ = 1 mega-ohm (1000 kΩ)

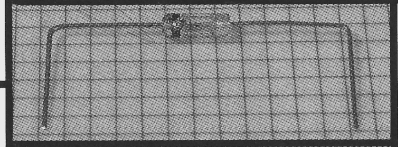


opbouw schemasymbool

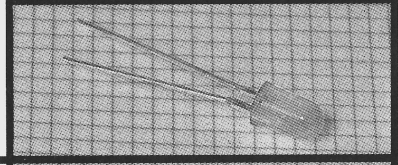
oortelefoon



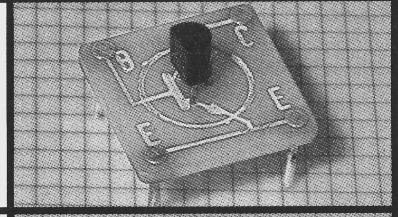
weerstand



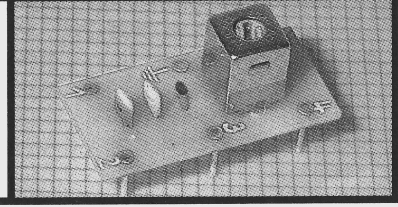
germaniumdiode (D_{Ge})



LET OP:
LED alleen met voorgeschakelde weerstand gebruiken!



npn-transistor



middengolfmodul

Tweede oplage.
Franckh'sche Verlagsbuchhandlung,
W. Keller & Co., Stuttgart 1985
Alle rechten voorbehouden, met name het recht van verveelvoudiging en vertaling.
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
Opneming van gegevens in dit boek prejudicieert niet ten aanzien van het al of niet bestaan van merk-, octrooi- of gebruiksrechten met betrekking tot deze gegevens.
© 1985 Franckh'sche Verlagshandlung,
W. Keller & Co., Stuttgart
Printed in Germany/Imprimé en Allemagne/
L69 BER
Samenstelling van de experimenteeruitrusting:
KOSMOS-Entwicklungslabor
met medewerking van Hans Gramm en
Ulrich Gohl
Tekeningen en foto's:
KOSMOS-Entwicklungslabor, Peugeot-Talbot,
Lufthansa, NASA, G. Gaser, R. Schauecker,
G. Bosch
Layout: Siegfried Fischer, Stuttgart
Druk: Offset-Druckerei Schumacher, Stuttgart

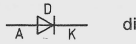
Schemasymbolen

pnp-transistor

npn-transistor

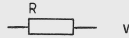
fototransistor

veldeffekttransistor

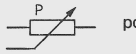


diode

LED



weerstand

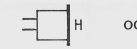


potentiometer

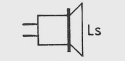
kondensator

elektrolytische kondensator

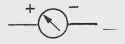
spoelen met kern



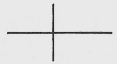
oortelefoon



luidspreker

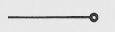


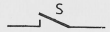
meetinstrument


kruising van leidingen zonder verbinding

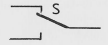
aftakking met geleidende verbinding

kruising van leidingen met verbinding


einde van een leiding met klemveer



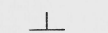
schakelaar



tweepolige schakelaar

toets

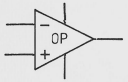
antenne


aarde

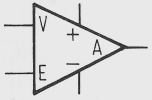
batterij

gelijkstroom

wisselstroom



operationele versterker

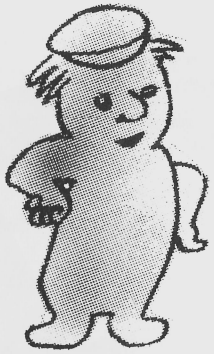


versterkermoduul

NEN-schakeling (NAND-gate)

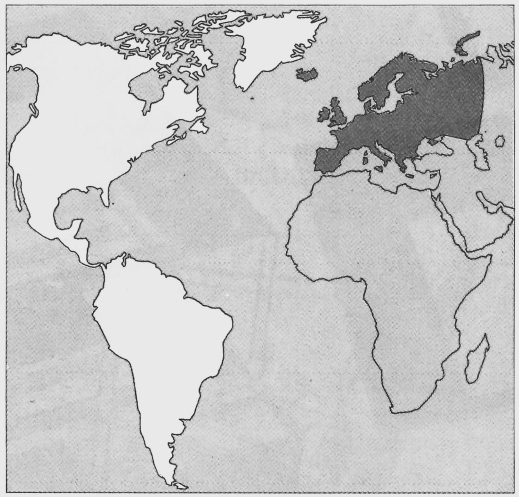
1. Wie reist, ...

kan veel berichten. Dat is een oud gezegde. En het gaat hier om een reis, maar niet zo maar een vakantie in Italië, op Mallorca of in Zandvoort aan Zee. Nee hoor, we gaan op reis door de geheimzinnige wereld van de elektronika. Daar komt onze reisleider al aan.



"Hallo, jullie kennen mij zeker wel. Maar voor die paar die mij nog niet ontmoet hebben, stel ik mij toch maar even voor. Ik ben Bassie Briljant. Ik wil niet opscheppen, maar ze zeggen dat ik een beroemd ingenieur ben. Ik ben uitvinder, van nuttige zaken, van minder nuttige zaken en van pure onzin. Maar ook onzin kan plezier geven. En plezier moet er wezen."

Bassie Briljant houdt z'n hoofd een beetje schuin, zoals hij dat altijd doet wanneer hij iets belangrijks wil zeggen. "Er zijn van die zaken", mompelt hij, "zaken die bijna niet te geloven zijn. Maar wie met mij mee op reis gaat zal alles leren. Bij mij geen hokus-pokus en geheimzinnig gedoe. Alles leg ik uit, alles. Opdat mijn begeleiders eens ook bekende uitvinders worden. Na onze reis zullen die zich geen knollen voor citroenen meer laten verkopen. Dat zijn dan bollebozen op elektronikagebied!"



Hij is echt enthousiast geworden door die toespraak. "Zoals dat zo gebruikelijk is bij grote technici heb ik natuurlijk ook een assistent. Loepje, kom eens even hier!"
Daar is hij al, Bassies begeleider. "Stel je eens voor aan de mensen, Loepje." vraagt Bassie Briljant. "Maar zeker, ik heet Loepje en ben de assistent van Bassie Briljant."

Niemand weet eigenlijk waarom, maar Loepje maakt altijd zo'n drukte, wanneer iemand hem vraagt hoe oud hij is. "Nou, ik ben iets ouder dan een kind, maar een beetje jonger dan een volwassene."
Loepje is heel erg nieuwsgierig omdat Bassie Briljant hem iets beloofd heeft. "Wanneer begint de grote reis?"
"Eerst moet je me laten vertellen waar we naartoe gaan", zegt Bassie Briljant. "Nou: We gaan naar drie werelddelen en daar ontmoeten we een heleboel interessante mensen. Velen zullen ons verhalen vertellen, anderen hebben onze hulp nodig, en sommigen zullen ons iets over hun vakgebied vertellen. Ongemerkt leren we er een heleboel bij."
Loepje onderbreekt hem: "Maar je hebt me zeker en vast beloofd dat het niet saai zou worden." Bassie Briljant stelt hem gerust. "Zeker, zeker, op onze reis hoef je je niet te vervelen. Het wordt in ieder geval spannend, want in de wereld van de elektronika gebeurt van alles: stromen vloeien, geheimzinnige lampjes branden en knipperen en overal is er gefluit en gepiep. Weet je wat we nu doen?" Bassie Briljant heeft een goed voorstel. "Laten we eerst eens kijken wat we op onze reis allemaal mee willen nemen."

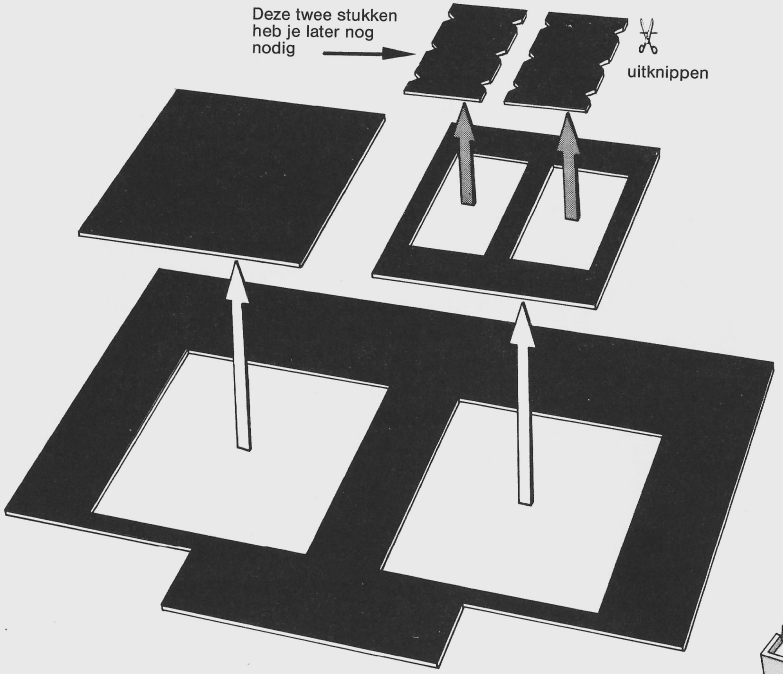
OP WEG!

"Logisch," zegt Loepje, "we moeten immers op alles voorbereid zijn."

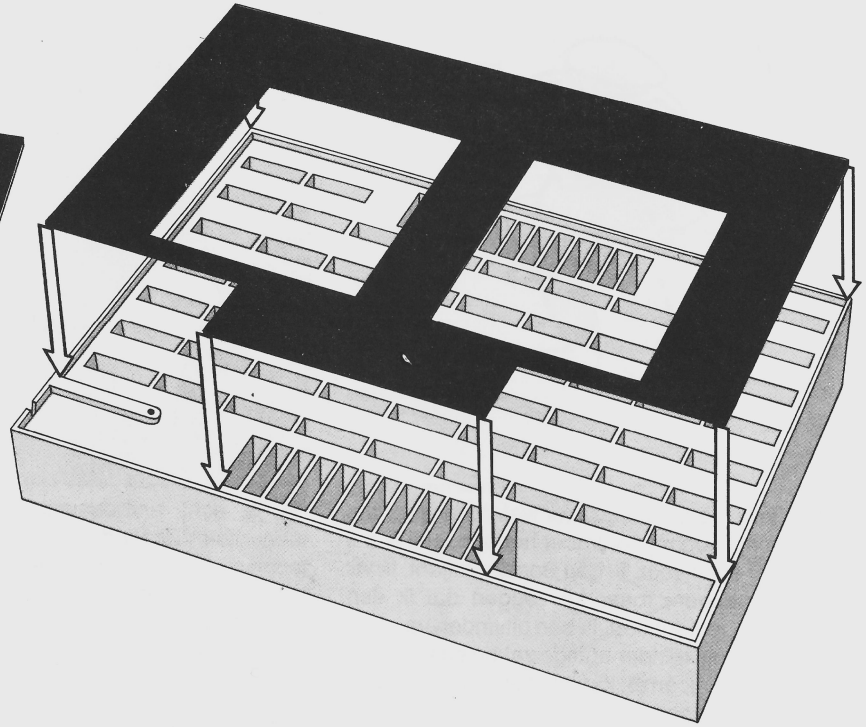
Voorbereiding van de montageplaat

Voordat we met onze proeven en experimenten kunnen beginnen moeten we de montageplaat met een paar handgrepen klaarmaken. Eerst nemen we de oplegsjabloon (die zit in het experimenteerhandboek) en knippen daaruit voorzichtig de twee grote vierkante delen.

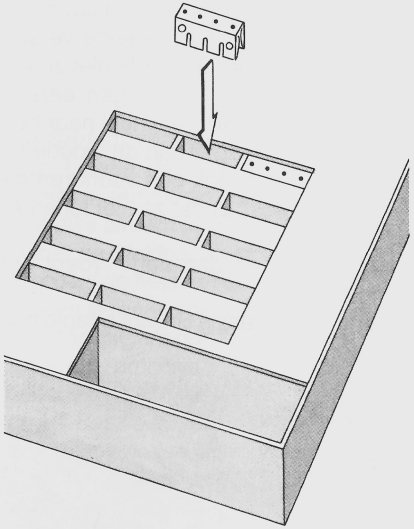
LET OP! Deze twee delen moeten we goed bewaren, omdat de kleine vormdelen later nodig zijn.



De oplegsjabloon leggen we zoals op de tekening aangegeven op de montageplaat. De tekst KOSMOS moet nu beneden links op de montageplaat te lezen zijn.

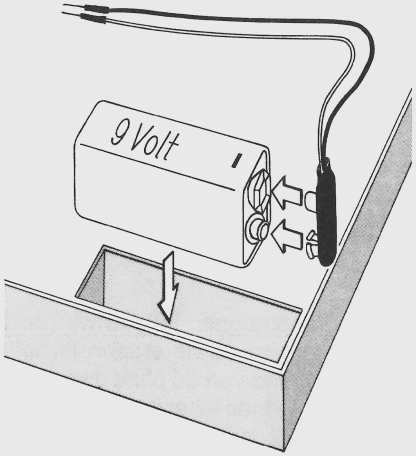


Nu steken we de klemveren in de vierkante uitsparingen. Ze hoeven maar lichtjes ingedrukt te worden en klikken hoorbaar vast. De resterende klemveren kunnen we in de uitsparingen 38 tot en met 58 steken.

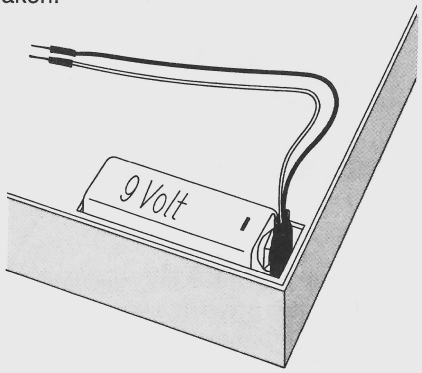


Onze montageplaat is nu klaar. De volgende afbeeldingen laten zien hoe de 9-volt-batterij aan de batterijaansluiting aangesloten wordt en hoe de batterij samen met de batterijaansluiting in de montageplaat kan worden ondergebracht.

Voor onze schakelingen die we later zullen opzetten, hebben we draadbruggen nodig. Deze draadbruggen buigen we van de langere en kortere stukken draad. Daarvan zitten twee bundels in de experimenteerdoos.



Belangrijk! De blanke draadeinden mogen elkaar niet raken.



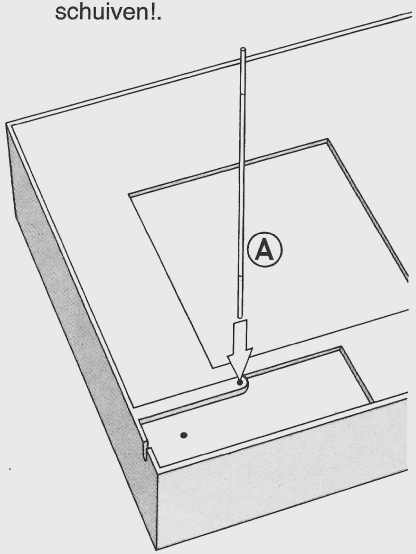
Het buigen van de draadbruggen

We beginnen met het buigen van de langere stukken draad. Om ervoor te zorgen dat ze er netjes uitzien en niet scheef worden, moeten we de

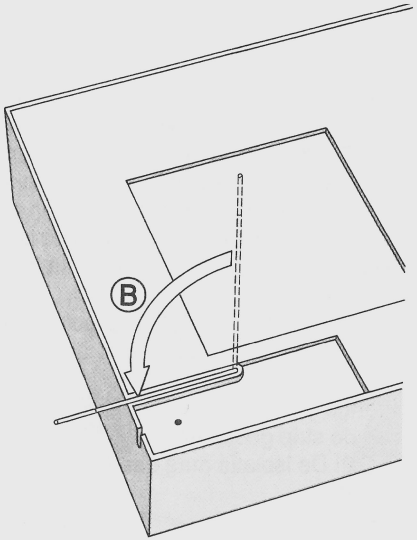
"isolatie" (dat is de kunststofomhulling) precies over de draad schuiven. Wanneer van één of van beide einden de korte isolatiestukjes ontbreken, dan moeten we erop letten dat de beide blanke uiteinden van de draad even lang zijn. Indien ze een verschillende lengte hebben dan kan de isolatie zo verschoven worden, dat ze wel even lang zijn.

De volgende afbeeldingen laten precies de afzonderlijke stappen zien, die we na elkaar moeten nemen:

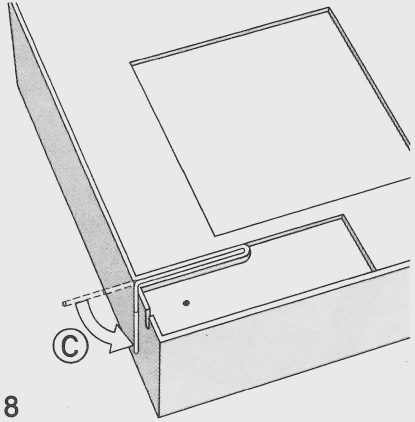
A Het lange stuk draad wordt in het kleine gat op de strip gestoken.
LET OP! De isolatie mag daarbij niet verschuiven!.



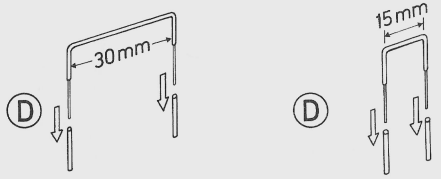
B We buigen de draad nu in een rechte hoek in de richting van de rand van de plaat.



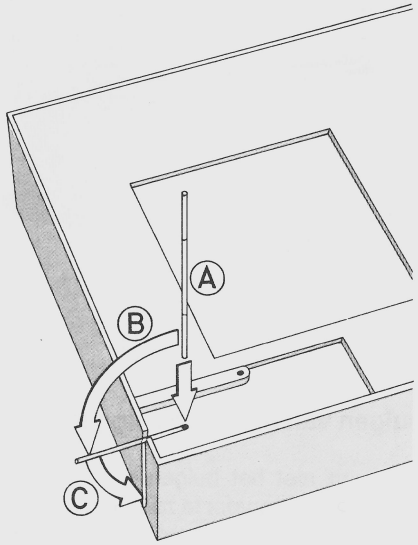
C Tenslotte buigen we het uitstekende eind naar beneden en klaar is Kees!



D Nu hoeven we er alleen nog maar (voorzover aanwezig) de twee kleine stukjes isolatie vanaf te trekken.

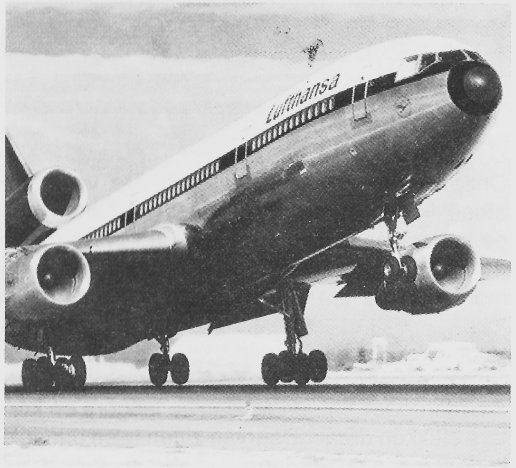


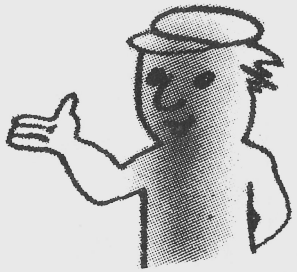
De korte draadbruggen buigen we precies zo, alleen moeten we nu de draden in het kleine, dichter bij de rand van de plaat gelegen gat steken. Op de volgende tekening zien we nogmaals de afzonderlijke stappen van A tot en met D, maar nu voor de korte draadbruggen.



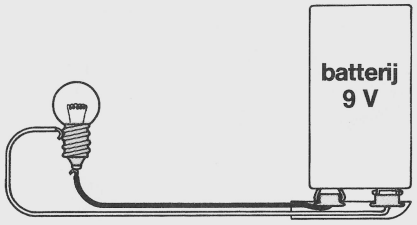
2. Naar Kaap de Goede Hoop

"Ik vind", zegt Bassie Briljant, "dat we zo'n beetje kunnen beginnen." "Maar je hebt nog steeds niet verteld waar we het eerst naartoe gaan", zegt Loepje. Bassie Briljant verontschuldigt zich: "Oh ja, juist. Ik ben af en toe een beetje verstrooid, maar ja, dat mag je een geleerde niet zo kwalijk nemen. In ieder geval: We vliegen eerst naar Afrika! Om precies te zijn helemaal naar het zuidelijkste puntje. Daar ligt Kaap de Goede Hoop. En daar precies staat ook een vuurtoren die de schepen de weg wijst, zodat ze niet tegen Afrika botsen."
"Waarop wachten we dan nog?" roept Loepje opgewonden.
In het vliegtuig legt Bassie Briljant Loepje nog het een en ander uit.



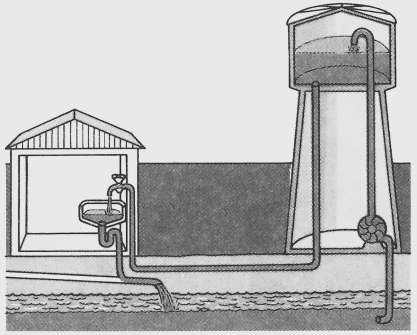


Bassie Briljant vertelt:
"Weet je, Loepje, dat met die stroom, dat is helemaal niet zo eenvoudig." Loepje valt hem in de rede: "Welke stroom bedoel je nou?"
"Ik bedoel de elektrische stroom, niet de waterstroom zoals de Maas of de Waal. Heb je al eens met stroom te maken gehad?" vraagt Bassie Briljant aan zijn begeleider. "Allicht! Elke keer als ik de lichtknop omdraai of de kassetterekorder inschakel, heeft dat wat met stroom te maken."
"Precies!" Bassie Briljant is heel tevreden over Loepje. "Stroom kan altijd vloeien wanneer er een gesloten stroomkring is."

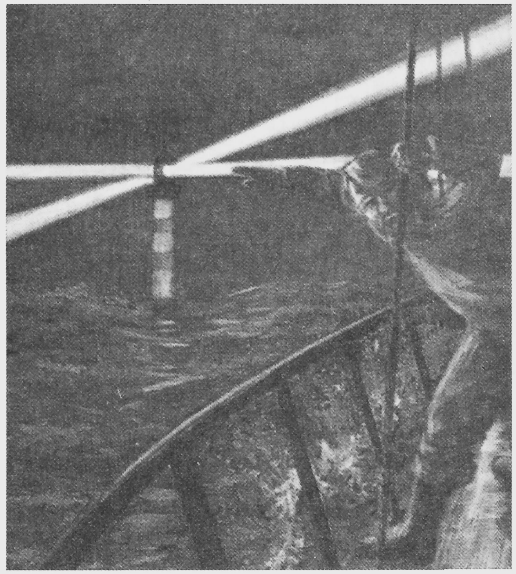


In de rondte: de stroomkring

Loepje wil het preciezer weten: "Wat is dat, een stroomkring?" Bassie Briljant legt het hem graag uit. "Dat kun je heel goed met het water vergelijken. Je draait de kraan open ..."
Loepje snapt het al: "Dan loopt het water door de afvoer weg, komt in de zuiveringsinstallatie en stroomt zo weer in de rivier." "Juist", zegt Bassie Briljant.

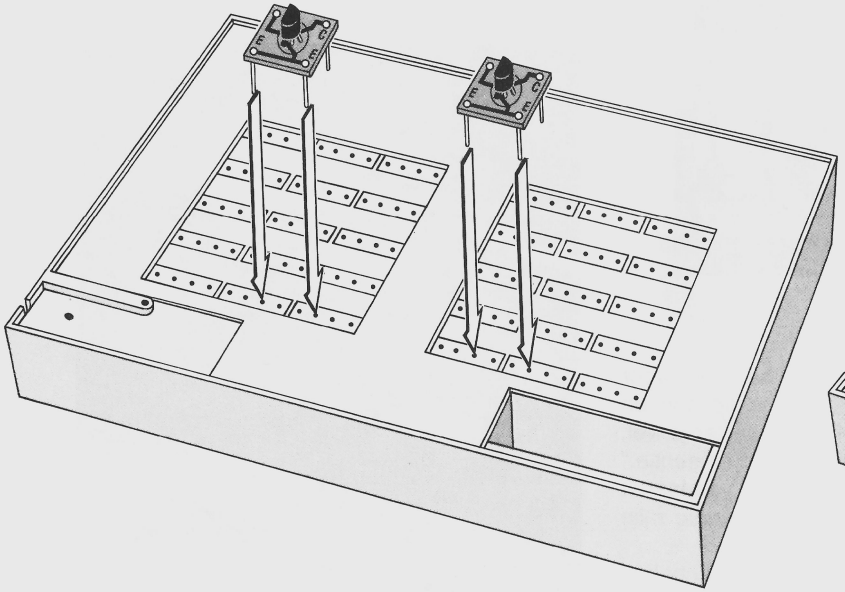


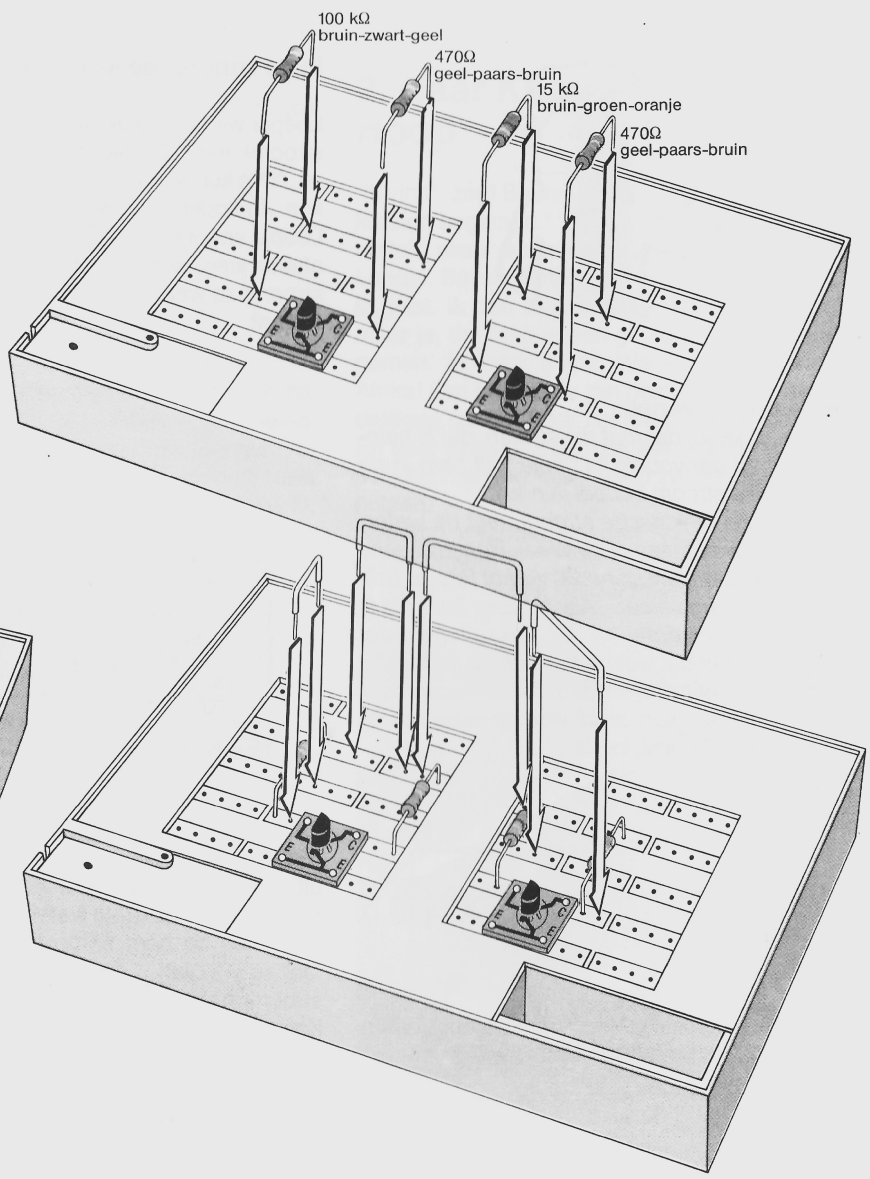
"En de waterleidingmaatschappij haalt het weer uit die rivier, maakt het nog eens schoon en pompt het in een grote watertoren. Die ken je wel, boven op de berg bij de stad staat er eentje."
"Jazeker," vult Loepje aan, "en vandaaruit stroomt het dan weer door de leiding naar mijn kraan."
"Goed zo," prijst Bassie Briljant hem. "Nu heb je ook het principe van de stroomkring gesnapt. Met de elektrische stroom is het net zo als met het water. De elektrische stroom kun je echter niet zien. In ieder geval moeten de elektriciteitsleidingen altijd op de een of andere manier een gesloten stroomkring vormen. Als er een gat in die kring zit is er gewoon géén elektrische stroom."
"Ik heb het al!" roept Loepje. "Als ik de lichtknop omdraai sluit ik gewoon een stroomkring en mijn burolamp gaat aan." "Precies, en strakjes zullen wij ook zo'n stroomkring opbouwen en die zo in elkaar zetten, dat je de werking van de stroom kunt zien."
Intussen is het vliegtuig geland en zijn onze twee vrienden met een jeep op weg naar de vuurtoren. Al van veraf zien ze het felle knipperlicht.

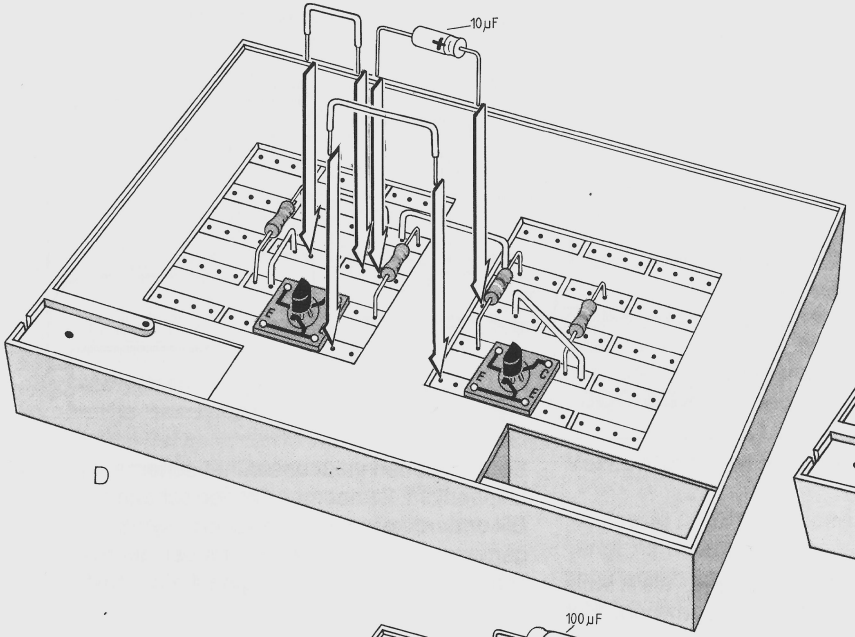


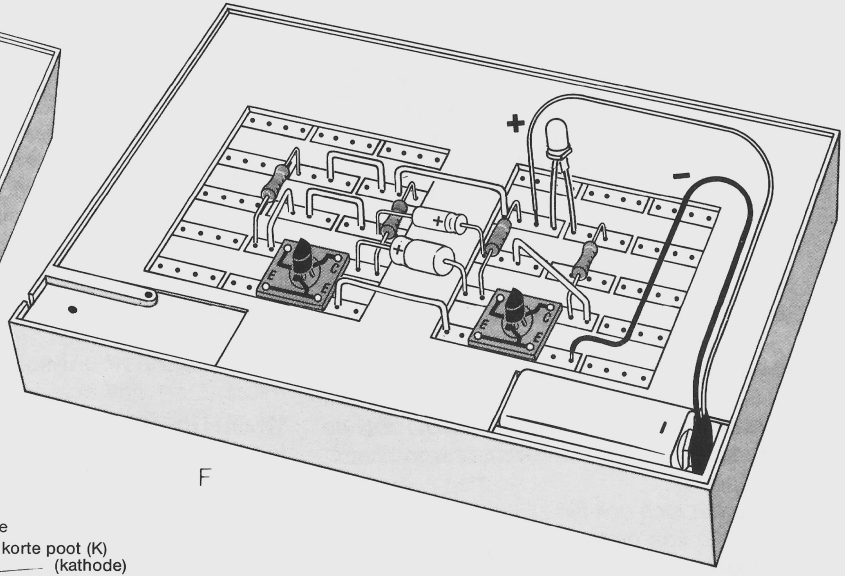
Pas op! Gevaar!: het knipperlicht

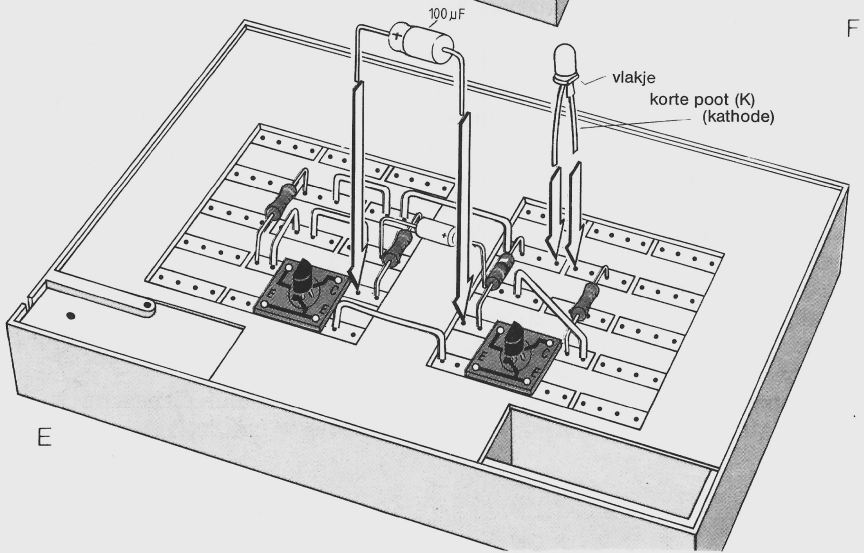
"Weet je, wat we nu gaan maken? We gaan ook een knipperlicht maken. Daarmee kondigen we mijn vriend, de vuurtorenwachter, onze komst aan."
(1) Samen met Bassie Briljant zetten we een knipperschakeling in elkaar. De tekeningen laten ons zien hoe dat moet. Kijk: De LED brandt, brandt niet, brandt ... De LED knippert zoals een knipperlicht moet doen.
Het knipperlicht wordt op de in de tekening aangegeven wijze opgebouwd.







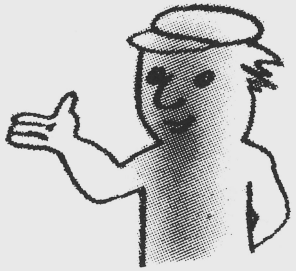


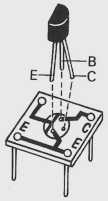


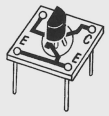
Loepje juicht: "Het werkt!" "Natuurlijk", mompelt Bassie Briljant, "als wij iets doen, doen we het goed. Overigens: Als je het apparaat uit wil schakelen hoef je alleen maar de zwarte draad van de batterij los te maken en – opdat hij niet los rondslingert – in de onbenutte klemveer ernaast te steken."

Behoorlijk sterk: de elektrische stroom

Bassie Briljant neemt nog eens het woord: "Mag ik je nog even iets uitleggen?" "Maar zeker", zegt Loepje opgewekt. "Ik vind het altijd goed om er iets nieuws bij te leren."





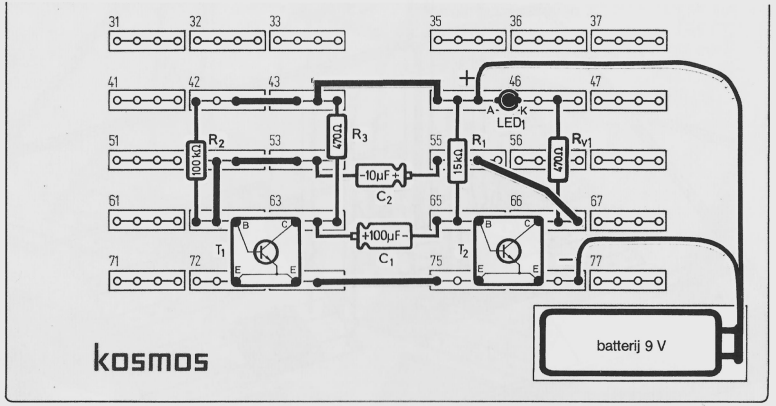


Bassie Briljants verklaring:

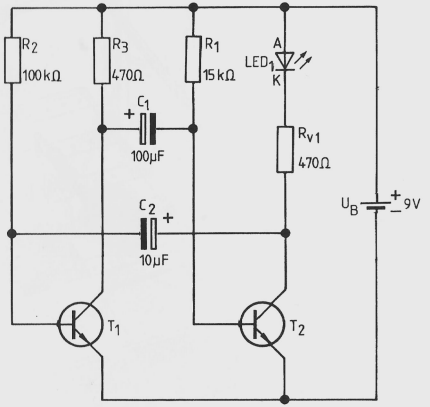
"Je kunt de hoeveelheid water meten die door de leiding stroomt." "Weet ik, die meet je in 'liters'", zegt Loepje.
"Dan zou het toch ook fijn zijn, als je ook elektrische stroom kon meten, of niet?" "Jazeker, dat zou niet gek zijn", knikt Loepje instemmend.
"En elektrische stroom meet je niet in 'liters' (zoals water) maar in ampère (zo genoemd naar een beroemde Franse geleerde). Hoe hoger het ampère-getal, hoe groter de stroom is die er vloeit. Wij hebben vrijwel uitsluitend met heel kleine stroompjes te maken. Bij die kleine stroompjes rekenen we in milli-ampère. Net zoals een milli-meter een duizendste meter is, is een milli-ampère het duizendste deel van een ampère. Dat kun je ook afkorten: A is ampère, mA is milli-ampère. Zo simpel is dat."

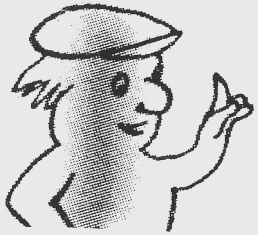
"Toch is dat wel gek", mijmert Loepje, "als ik thuis het licht aandoe dan brandt dat gewoon. Het knippert dan toch niet."
"Dat is nogal duidelijk. Wij hebben hier ook een schakeling met elektronische onderdelen in elkaar gezet. Hoe ze er uitzien en hoe ze heten kun je zien en lezen op de eerste bladzijden van het boek. Zo zijn er bijvoorbeeld de transistoren die – omdat ze zo piepklein zijn – op een plaatje gesoldeerd zijn. Zo'n transistormoduul, zoals we zo'n plaatje met een transistor erop noemen, kun je veel makkelijker hanteren dan die piepkleine transistor zelf, zodat je er ook heel goed mee kunt experimenteren. De beide transistoren hebben we voor het gemak T1 en T2 genoemd om verwisseling te voorkomen. Dat kun je op de afbeelding zien.

Zo ziet de knipperschakeling er van boven uit.



En zo tekenen vakmensen het schema van een knipperlicht. Ze noemen dat een schakelschema. Elk onderdeel is door een schemasymbool weergegeven. Een lijst van de meest gebruikelijke schemasymbolen is op pagina 4 afgedrukt.





Bassie Briljant legt uit:

T1 en T2 beïnvloeden elkaar nu voortdurend. Als de ene transistor goed op gang is en de LED doet oplichten, speelt hij dat maar voor korte tijd voor elkaar. Want de andere transistor doet z'n uiterste best om dat oplichten te verhinderen. De LED gaat gauw weer uit. Dan probeert de uitschakelende transistor op zijn beurt weer de LED tot branden te brengen, wat de tweede transistor er weer toe aanzet dat te voorkomen enzovoorts, enzovoorts.
Maar luister: Deze korte verklaring is bedoeld om je voorlopig een globale indruk te geven van wat er gebeurt. Als je alle onderdelen kent zul je het beter snappen. Wel wil ik nog zeggen dat die twee transistoren het niet helemaal alleen afkunnen. De andere onderdelen hebben ze ook nodig."

"Laten we die andere onderdelen dan eens veranderen. Wat gebeurt dan?" Loepje is al helemaal in de ban van het onderzoek.

Een ander knipperritme

(2) Bassie Briljant vervangt de weerstand R2 van 100 kΩ (bruin-zwart-geel) door een weerstand van 33 kΩ (oranje-oranje-oranje). Wat Ω en weerstand betekenen zullen we later uitleggen.
De LED brandt nu korte tijd en gaat dan weer uit. Dan brandt hij weer kort, gaat weer uit enzovoorts.

Waarschuwingslicht: werk-in-uitvoering

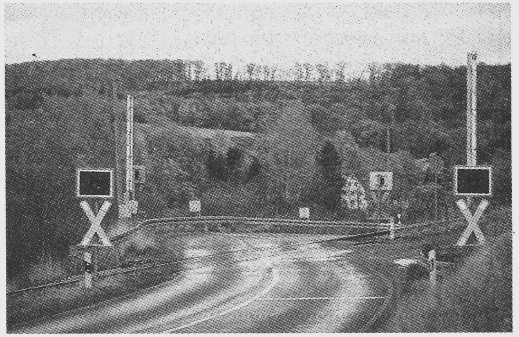
(3) Nu plaatst Bassie Briljant op dezelfde plek een weerstand van 5,6 kΩ (groen-blauw-rood).
Nu flitst het lampje alleen nog maar kort aan en gaat dan weer uit. Na ongeveer een dikke sekonde flitst het weer aan net als een waarschuwingslicht bij een wegversperring.

Verlichting van waarschuwingsborden

(4) Bassie Briljant verandert nu R1 en R2. R1 vervangt hij door een weerstand van 1 kΩ (bruin-zwart-rood) en R2 door een van 100 kΩ (bruin-zwart-geel).
De LED brandt nu bijna de hele tijd, dan gaat hij steeds na een sekonde heel even uit om meteen weer aan te gaan, precies zoals dat bij waarschuwingsborden nodig is.

Kontrolelampje

(5) Wat gebeurt er wanneer Bassie Briljant R2 opnieuw vervangt, nu door een weerstand van 15 kΩ (bruin-groen-oranje)?
De LED licht nu met heel korte tussenpozen net als een kontrolelampje op een schakelpaneel op.
"Prachtig!" roept Loepje uit.
"En zo'n schakeling kun je ook nog voor heel andere dingen gebruiken. In de auto als waarschuwingsknipperlicht, op straat als waarschuwingslicht voor werk-in-uitvoering en bij spoorwegovergangen. Overal kunnen we deze magnifieke schakeling gebruiken."



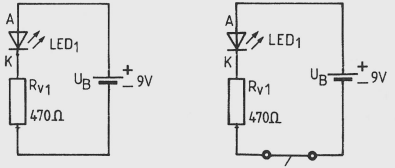
"Ik denk", meent Bassie Briljant, " dat het langzaamaan tijd wordt, dat we het belangrijkste wat we tot nog toe hebben geleerd, in een paar experimenten samenvatten." "Ja, laten we dat doen", valt Loepje hem bij.

Bassie Briljants verklaring:

"We hebben gezien dat stroom alleen in een gesloten stroomkring vloeit. Daartoe voeren we een kleine proef uit."

Een eenvoudige stroomkring

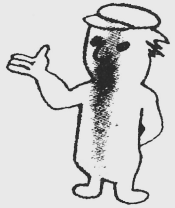
(6) Bassie Briljant zet volgens de tekening een zeer eenvoudige stroomkring in elkaar.
"Je kunt makkelijk verklaren hoe de stroom hier loopt. Hij gaat van de batterij door de draad, via de LED met de weerstand en keert via de tweede draad weer terug naar de batterij."
"Wat doen dan de 'bruggen van draad' in de stroomkring?" "Om dat te zien, voeren we een klein experiment uit."



Let op: Een LED nooit zonder voorgeschakelde weerstand gebruiken.

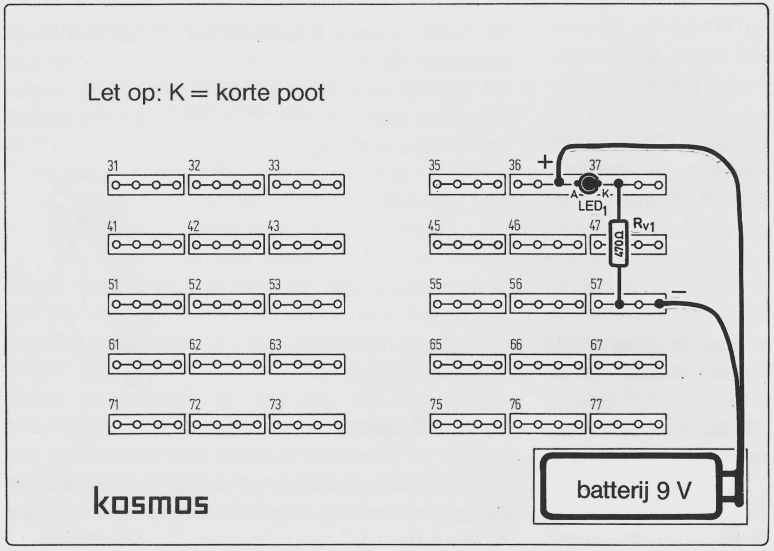
Een brug die niets draagt

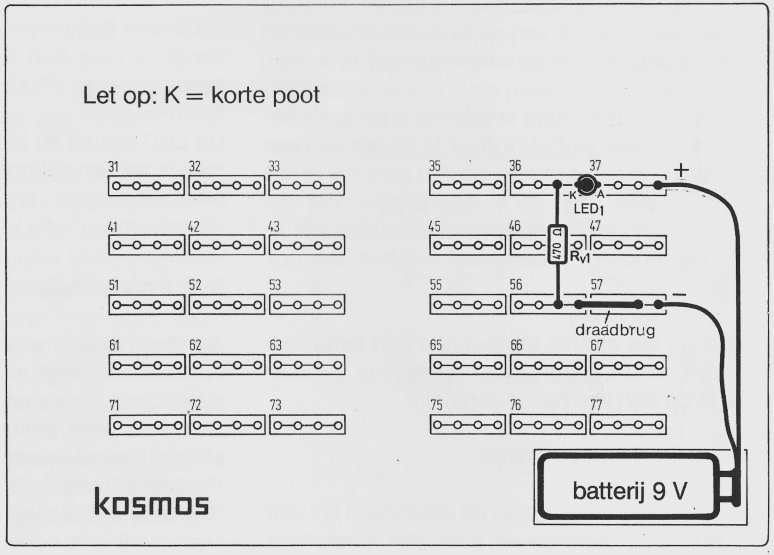
(7) Bassie Briljant bouwt de kleine schakeling van de tekening.



Bassie Briljant legt de schakeling uit:

"Net als voorheen brandt nu de LED. Daaraan is dus niets veranderd. Draadbruggen veranderen de werking van de schakeling niet. Ze laten blijkbaar de stroom ongehinderd door."



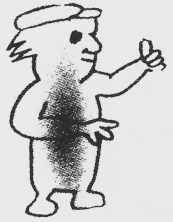


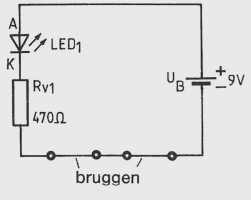
En nu met z'n tweeën...

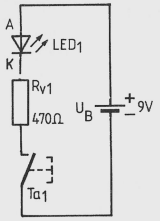
(8) Loepje bouwt een eenvoudige stroomkring met twee draadbruggen. De schakeling ziet er uit als op de tekening.

Bassie Briljant:

"Ook de tweede brug verandert niets aan de schakeling. De stroom verlaat de batterij door de rode draad, gaat door de LED met de weerstand en bereikt via de twee bruggen de klemveren en via de zwarte draad weer de batterij. De stroomkring is gesloten en de stroom vloeit.
Wat gebeurt er echter als je een stroomkring wilt openen en sluiten (in- en uitschakelen)?"





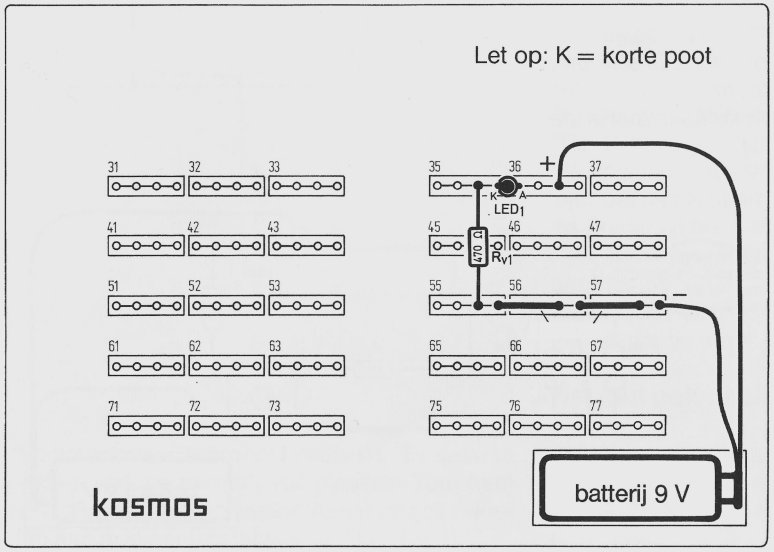


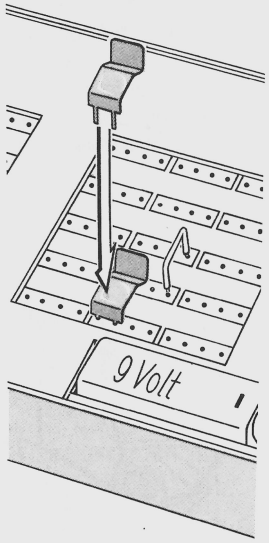
Onderbreking gewenst

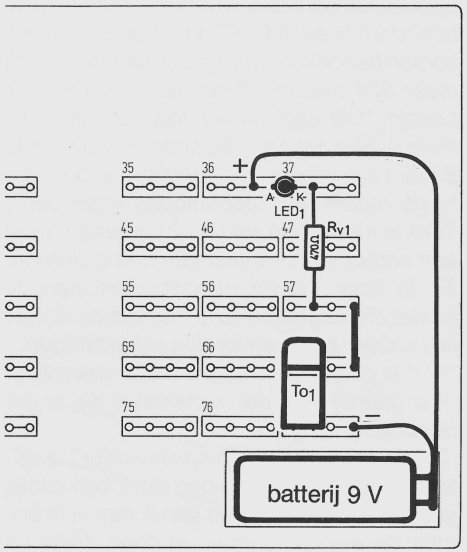
(9) Bassie Briljant maakt een kleine schakeling waarbij hij met behulp van een druktoets de stroom kan in- en uitschakelen. Hij maakt de schakeling precies als op de tekening staat aangegeven.

Bassie Briljant:

"Het woord 'toets' kort men in de elektrotechniek vaak af als 'To'. Druk je op de toets dan ontstaat er een ongehinderde stroom door de draden, de weerstand, de bruggen en de LED. Laat je de toets weer los dan is daar de stroomkring onderbroken. De LED brandt dan niet meer."







Redde zich, wie zich redden kan: Overstromingsindikatie

"Gingen we niet eigenlijk bij iemand op bezoek?" vraagt Loepje. "Ach ja," zegt Bassie Briljant, "bij mijn oude vriend Kapitein Tom. Dat was vroeger een beroemd zeeman. Maar ja, als kapitein van zo'n schip sta je de hele tijd in weer en wind, en daardoor heeft hij jicht gekregen. Helemaal missen wilde hij de zee toch ook niet en daarom is hij hier op die vuurtoren komen wonen."

Loepje heeft al een bootje ontdekt. "Kijk daar beneden ligt een boot, waarmee we naar de vuurtoren kunnen varen." Zo gezegd, zo gedaan.

"Hallo Tom, m'n makker", roept Bassie Briljant nadat hij met Loepje uit de boot gesprongen is. Helemaal boven in de vuurtoren gaat een luikje open en de bebaarde vuurtorenwachter kijkt naar beneden. "Nee maar! Dat is leuk zeg, dat jullie mij komen bezoeken. Kom gauw naar boven, het zijn maar 324 treden!" "Maar 324 treden", moppert Loepje. "Die kapitein van jou is zeker de leukste thuis." "Niet zeuren, doorlopen!" moedigt Bassie Briljant zijn vriend aan. "Wat je daarboven te zien krijgt, maakt dat trappenlopen meer dan goed. Tom is niet alleen een groot zeeman, maar ook een enthousiaste knutselaar met elektronika."

En ja hoor, boven aangekomen zien ze een kamer die volgestouwd is met knipperende lampjes, kabels en ingewikkelde schakelingen.

"Wat is dat hier?" vraagt Loepje nieuwsgierig en wijst daarbij naar een schakeling die er gelukkig nogal simpel uitziet.

"Dat is mijn overstromingsindikator", zegt kapitein Tom vol trots. "Bij vloed staat mijn aanlegsteiger onder water, en dan kan ik met mijn boot niet naar de wal om inkopen te doen. Maar om nou

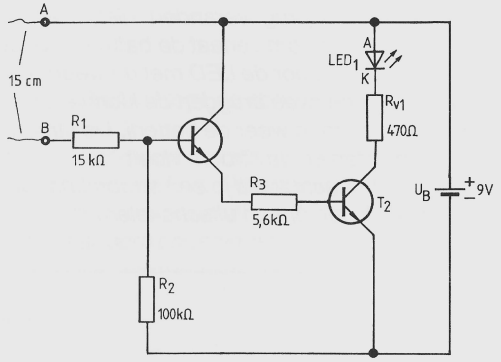
steeds 324 trappen naar beneden en weer naarboven te lopen, alleen maar om te zien of de aanlegsteiger wel of niet onder water staat, dat is me een beetje te dol. Daarom heb ik die schakeling gemaakt."

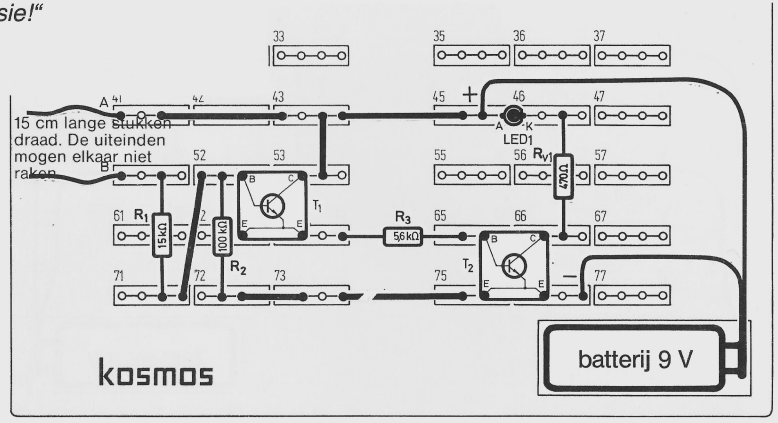
"Kunt U dat eens laten zien?" vraagt Loepje.

"Maar zeker, graag zelfs." Tom is in zijn element, wanneer iemand geïnteresseerd is in zijn hobby, de elektronika. "Geef me jouw koffertje met al die onderdelen eens aan, Bassie!"

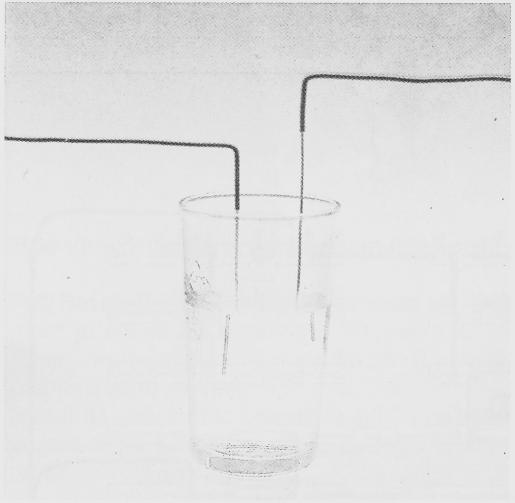
De hoogwatermelding

(10) Tom bouwt de schakeling helemaal zoals ze op de tekening staat. Hij let er op dat hij de **k**orte poot van de LED op die plek insteekt, waar op de tekening de **K** (=**K**athode) staat.





"D'r brandt niets, helemaal niets." merkt Loepje verbaasd op. "Dat kan ook niet anders, er is hier toch ook geen hoogwater", legt Bassie Briljant uit. "Bovendien moet je die schakeling eens goed bekijken, valt je niets op?" Loepje denkt na. "Ik heb het! Die stroomkring is helemaal niet gesloten. En daarstraks heb je mij uitgelegd, dat er helemaal niets gebeurt, wanneer een stroomkring niet gesloten is."
"Precies!" zegt Kapitein Tom. "Er zit een 'gat' in de stroomkring, precies daar waar die twee draden naar buiten steken."
(11) Tom pakt zijn glas water en steekt er de twee blanke draden in. Hij zorgt ervoor dat de twee blanke einden elkaar niet raken.



"Nu brandt de LED!" roept Loepje uit. "En dat was precies wat we wilden", vult Kapitein Tom hem aan. "Precies zo'n inrichting hangt er ook beneden aan mijn aanlegsteiger."

Stroom moet stromen

"Aan de hand van deze schakeling kan ik nog iets uitleggen", zegt Bassie Briljant tegen Loepje.

Bassie Briljant verklaart:

"Stroom vloeit altijd wanneer door een leiding of een onderdeel zogenaamde elektronen gaan. Dat zijn ontzettend kleine deeltjes die je ook met de beste mikroskoop niet kunt zien. Die elektronen zorgen er ook voor dat een LED gaat branden."

Nu mengt ook Kapitein Tom zich in het gesprek: "De elektronen kunnen geen sprongen maken. Daarom moet een stroomkring ook altijd gesloten zijn. Dat heb je daarnet heel goed gezien. Toen ik de draden in het water hield, konden de elektronen door het water zwemmen. En daardoor brandde de LED."
"Dan zou je toch ook ...", peinsde Loepje al over een volgende proef.

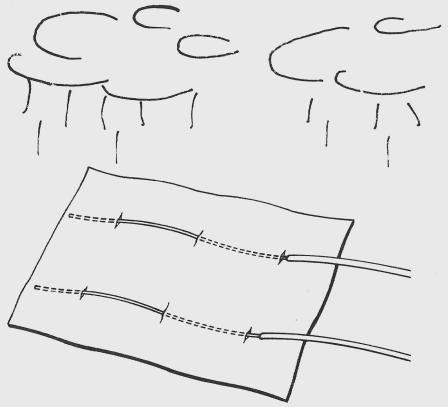
Het kan ook direkt

(12) "Je zou toch ook de twee blanke einden van de draden tegen elkaar kunnen houden." Hij neemt de proef op de som. En ja hoor, de LED brandt nog ook.

"De stroomkring is gesloten, de elektronen kunnen rustig stromen en de LED doen branden," luidt de samenvattende konklusie van Bassie Briljant.
"En waarom is dan al dat gedoe met die weerstanden, transistoren en dergelijke nodig?" vraagt Loepje. "Dat zul je nog wel horen. Haastige spoed is zelden goed", stelt Bassie Briljant hem gerust.

Regenmelder

(13) "Met dezelfde schakeling heb ik ook nog twee andere apparaten gemaakt", zegt Kapitein Tom. "Daar achter op mijn nachtkastje staat ook een lampje. De draden gaan naar buiten naar de vensterbank en zijn daar met een stukje vloeipapier verbonden. Als het regent, brandt de LED. Ik hoef dus niet eens meer mijn bed uit om te kijken of het regent."



Plantenhoeder

(14) Het andere apparaat heeft Bassie Briljant op de vensterbank binnen ontdekt. Twee draden gaan naar een bloempot, waarin een palm staat, die Kapitein Tom van een van zijn grote reizen heeft meegebracht.

"Als de grond te droog is, dan gaat de LED uit, en dat is voor mij het teken dat ik de palm water moet geven. Daarom is die palm ook zo gezond", zegt de kapitein.

Niet alleen voor vergeetals: De lichtautomaat

"In mijn trappenhuis met de 324 traptreden zitten bijna geen ramen", zegt Kapitein Tom. "Ik heb natuurlijk licht aangelegd, maar ja, ik vergeet steeds het licht uit te doen. Mijn elektriciteitsrekening wordt daardoor toch wel erg hoog. Zeg, Bassie, jij hebt toch zeker wel een ideetje voor zoiets, of niet?"

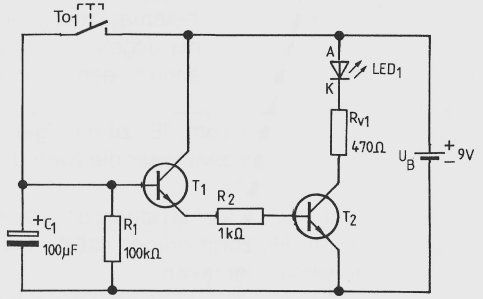
"Maar zeker, beste Tom," zegt Bassie Briljant die nu laat zien, dat hij alles doet om een vriend te helpen. "Je bouwt gewoon een automaat." "En hoe doe je dat?" vraagt Loepje.

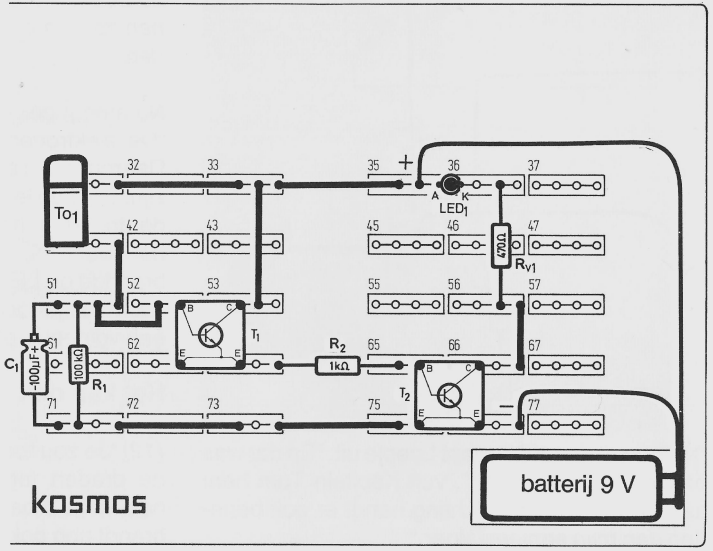
Bassie Briljant grabbelt uit zijn koffertje een paar onderdelen.

Automatische lichtschakelaar

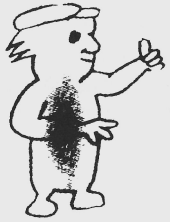
(15) Hij zet de schakeling volgens de tekening in elkaar.

"Zolang de toets nog niet is ingedrukt, brandt natuurlijk ook de LED niet", legt Bassie Briljant uit. "De trappenhuisverlichting moet immers alleen ingeschakeld worden als dat nodig is en er op de schakelaar gedrukt wordt."





"Mag ik?" vraagt Loepje . "Ga je gang", antwoordt Bassie Briljant en Loepje drukt de toets in.
"Ja hoor, de LED brandt." Loepje is enthousiast. "Nu hoeven we alleen maar te wachten of de LED ook weer uitgaat." Na ongeveer een halve minuut is het dan ook zo ver dat de LED uitgaat en de batterij niet onnodig gebruikt wordt. "En als ik nu maar heel even de twee of drie traptreden in mijn tuin wil verlichten?" Tom wil nog meer toepassingsmogelijkheden van deze prachtige schakeling kennen.



Hoe verkort je de brandtijd van het licht?

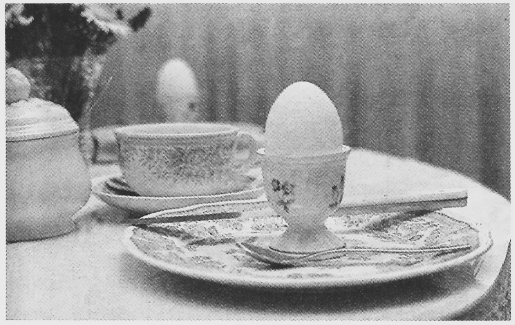
(16) Bassie Briljant weet ook daar raad op. "Dan moet je alleen de weerstand R1 van 100 kΩ (bruin-zwart-geel) door eentje van 33 kΩ (oranje-oranje-oranje) vervangen."
Nadat dit gebeurd is brandt de LED nog maar ongeveer 10 sekonden nadat de toets is ingedrukt.
Bassie Briljant heeft nog een ander voorstel. "Zoals jullie weten vind ik ook vaak onzin uit. Dingen die je nergens voor kunt gebruiken. Mag ik eens?" "Zeker", zegt Loepje . "Onzin is meestal leuk."

Een schakeling zoekt een toepassing

(17) Bassie Briljant zet in plaats van de kondensator C1 van 100 μF een kondensator van slechts 10 μF in de schakeling. Daarbij zorgt hij ervoor dat hij de plus en de min niet verwisselt. Als weerstand R1 laat hij die van 33 kΩ uit proef 16 zitten.
"Mag ik weer op de toets drukken?" bedelt Loepje. Zonder op het antwoord te wachten drukt hij op de toets. De LED brandt heel even en gaat na ongeveer 3 sekonden weer uit. Tom vraagt zich af waarvoor die schakeling te gebruiken is. "Dat weet ik ook niet", zegt Bassie Briljant, "maar misschien kunnen we er een quiz van maken. Wie heeft een idee voor een enigszins nuttige toepassing voor deze schakeling?" Ze gooien nog wat ideetjes op tafel, zonder iets nuttigs te vinden. "Doet er ook niet toe, of wel?" zegt Bassie Briljant ter verdediging van zijn uitvinding.
"Wat we wel zouden kunnen gebruiken was een schakeling, die het licht wat langer zou laten branden." Kapitein Tom zoekt weer een nuttige uitvinding. "Wat dacht je van een eierwekker? Zolang het lampje brandt moeten de eieren koken, als het uit gaat moet ik ze uit het water halen en dan zijn ze lekker zachtgekookt."
"Dat is een fluitje van een cent", roept Bassie Briljant uit. "Je hoeft alleen maar ..."

Elektronische eierwekker

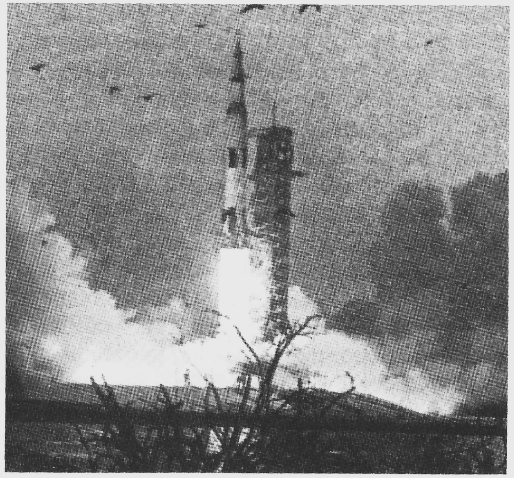
(18) "... de weerstand R1 weg te laten!"
Dat doet Loepje natuurlijk meteen en klokt met zijn horloge, hoe lang het licht brandt. "Bijna drie minuten. Zo zacht wil ik ze graag hebben", knikt Kapitein Tom instemmend. "En de schakeling heeft nog een voordeel: De LED gaat langzaamaan uit, zodat ik gewaarschuwd ben als de eieren bijna klaar zijn."



"Bassie! Mag ik je nog iets vragen?" vraagt de Kapitein. "Vraag maar!" zegt Bassie Briljant.
"Ik lees zo verschrikkelijk graag in bed", begint de Kapitein. "En als ik nu met zo'n spannend zeeroververhaal begonnen ben vergeet ik gewoon de tijd. De volgende morgen verslaap ik me dan ook steevast. Nu zou ik graag een leeslampje hebben, dat na een langere poos, pakweg een uur of één, twee, gewoon uitgaat."
"Tom, dat maken we voor jou", zegt Bassie Briljant. "Dat is geen enkel probleem."

Licht met sluimerautomaat

(19) "De weerstand R1 vervalt, terwijl weerstand R2 door eentje van 33 kΩ (oranje-oranje-oranje) wordt vervangen. Als kondensator C1 gebruiken we gewoon weer die van 100 μF."
"Wij moeten helaas weer eens opstappen, Kapitein", zegt Bassie Briljant. "Fijn, dat we elkaar weer eens gezien hebben", zegt Tom bij het afscheid van zijn gasten. "Maar als nieuwe avonturen roepen, dan kan ik jullie niet tegenhouden. Waar gaat de reis nu naartoe?"
"Naar Amerika", juicht Loepje.



3. Op het ruimtevaartcentrum

Bassie Briljant en Loepje zijn behouden in Amerika aangekomen. Hun bestemming is echter niet een van die grote steden zoals New York of Los Angeles.
"Wij zijn immers niet zo maar een stelletje toeristen, wij zijn op reis voor de elektronika", zo verklaart Loepje. "En daarom gaan wij natuurlijk naar de belangrijke researchinstituten", vult Bassie Briljant aan. "Op naar het NASA-ruimtevaartcentrum!"
"En waar ligt dat?" vraagt Loepje. "Onderaan in het Zuidoosten van de Verenigde Staten, in Florida", vertelt Bassie Briljant hem. "Daar ligt Cape Canaveral."

In de ontvangsthal van de NASA-terreinen moeten onze twee vrienden eerst hun papieren laten zien. "Anders loopt iedereen hier zo maar in en uit", zegt een van de portiers nors. Maar de uitnodiging van Bassie Briljants vriend, de beroemde professor, opent snel alle deuren.
Na wat gezoek hebben ze het goede laboratorium gevonden. "Dag Bassie Briljant, dag jonge vriend." Met deze woorden begroet de professor met de sneeuwwitte haardos onze twee vrienden.
"Goeden dag, professor Kleinstein", antwoorden onze vrienden beleefd.
"Het spijt mij echt", zegt de professor verontschuldigend, "dat ik mij op het moment niet helemaal aan jullie kan wijden. Ik moet dadelijk voor onze toekomstige astronauten een lezing houden." "Waar gaat die lezing over", vraagt Loepje.

"Zoals jullie weten", zegt de professor, "zit er in raketten een heleboel elektronika. Bovendien moeten de astronauten in het heelal ook altijd proeven uitvoeren. Ik leg onze ruimtevaarders daartoe de beginselen uit."
"Zeg, dat was toch ook wat voor ons!" roept Loepje uit. "Kunnen wij ook komen luisteren?"

De Lezing van professor Kleinstein:

"Dames en heren! In onze laboratoria heeft U reeds enkele proeven uitgevoerd. U weet hoe een knipperlicht werkt, hoe je een waterniveaumelder maakt en hoe een trappenhuisverlichtingsautomaat in elkaar zit."

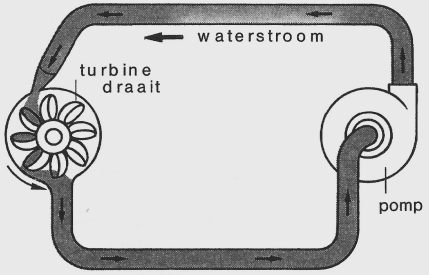
Loepje fluistert: "Die doen dezelfde proeven, die wij ook nemen!" "Sssst!" maant Bassie Briljant hem tot stilte.

De professor vervolgt: *"Tot nog toe hebben wij onze schakelingen steeds met een batterij gevoed. Wat is dat eigenlijk? Voorlopig weten we alleen maar wat we met een batterij willen doen, namelijk ervoor zorgen, dat er stroom is. Wat een stroomkring is hebben we al in de laatste lezing geleerd."*

"En wij weten het ook al", mompelt Loepje.

Spannend: de spanning

Kleinstein gaat onverstoorbaar verder. "Om een stroom te laten vloeien, hebben we in de eerste plaats een gesloten stroomkring en in de tweede plaats een spanning nodig."
"Spannend hoor!" merkt een vrijpostige adspirant-ruimtevaarder op.
"En wat is een spanning?" vraagt de professor hem. "Dat is bij wijze van spreken de druk die nodig is, om de elektronen door de leiding te pompen," antwoordt de astronaut. "Zoals hier op deze tekening de pomp het water door de leidingen transporteert, zo transporteert de 'elektronenpomp' elektronen door draden en onderdelen".



"Dat klopt wel", zegt Kleinstein, "maar ik wil het nog een beetje nauwkeuriger uitleggen. Onze batterij werkt als een elektronenpomp. Hij wekt de druk op, dus de elektrische spanning. En op het moment dat wij de stroomkring sluiten, worden er elektronen door de leidingen getransporteerd. De elektronen stromen van de minpool van de batterij via de leidingen en door de onderdelen naar de pluspool van de batterij. Aansluitend worden ze door de elektronenpomp weer naar de minpool gevoerd. Dat gaat zo lang door, totdat de pomp het laat afweten, dat wil zeggen totdat de batterij leeg is. Wat we moeten onthouden: Hoe hoger de spanning, des te groter de stroom."
De Professor is nu aan het einde van zijn lezing. "Dames en Heren. We gaan nu weer naar de laboratoria en bouwen daar een testapparaat en zien elkaar dan zo dadelijk in het experimenteergebouw. Verdwaalt U niet."
Loepje en Bassie Briljant gaan met de weetgierige astronauten mee.

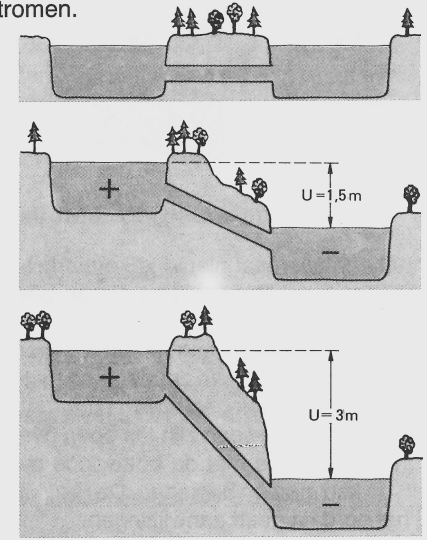
Batterijtester

In het laboratorium geeft Professor Kleinstein verdere uitleg.

Professor Kleinstein legt uit:

"U weet dat batterijen verschillende spanningen kunnen hebben. Hoe groot de 'druk' van een batterij is, kan natuurlijk gemeten worden."
"Maar er moet toch een eenheid van spanning zijn. Lengte meet je in meters, gewicht in grammen en spanningen in ... waarin eigenlijk?"
Loepje is echt heel nieuwsgierig geworden en wil het allemaal heel precies weten.
"Een uitstekende vraag", zegt de Professor blij. "De vakmensen meten spanningen in 'Volt'. Met die naam eert men een heel groot natuurkundige, een mijnheer Volta uit Italië, die heel veel belangrijke dingen heeft ontdekt. Hij is een paar honderd jaar geleden overleden. Maar de 'volt' leeft nog steeds."
"En de eenheid volt wordt afgekort met de letter V", weet een van de jonge astronauten. "Nu snap ik het", merkt Loepje op. "Thuis vind je steeds weer het bijschrift '220 V'. Dat staat bijvoorbeeld op de keukenmachine en op het elektrische scheerapparaat. Dat betekent toch dat je aan dit apparaat precies 220 V moet aansluiten om het te laten funktioneren?"

"Ja, dat klopt", bevestigt Bassie Briljant het vermoeden van Loepje.
De bovenste tekening laat twee visvijvers zien die door een buis met elkaar zijn verbonden. De twee waterspiegels liggen op hetzelfde niveau. Daarom kan het water in de verbindingsbuis niet stromen.

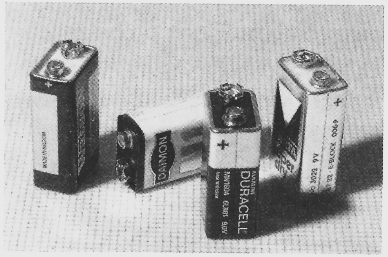


Op de middelste en de onderste tekening bedraagt het hoogteverschil tussen de linker en de rechter vijver 1,5 resp. 3 meter.

Wanneer we dit op de batterij betrekken kunnen we zeggen dat het hoogteverschil U tussen de twee waterspiegels overeenkomt met het spanningsverschil U tussen de polen van de batterij.

Welke spanning heeft de batterij

"Kijk nu eens op de batterij; wat staat erop?" "9 V", ontcijfert Loepje. "Dat betekent zeker dat deze batterij 9 V kan leveren."

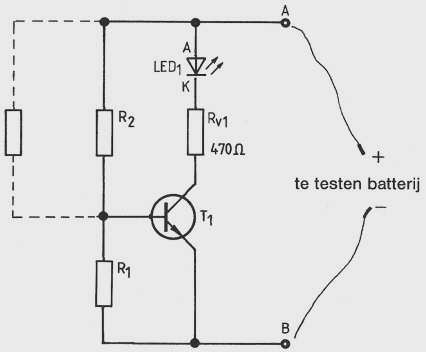


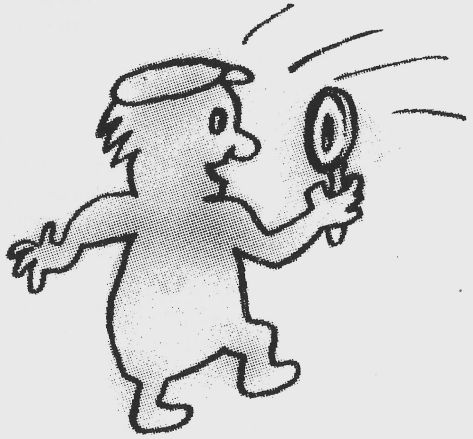
"Als de batterij helemaal nieuw is", onderbreekt Bassie Briljant hem. "Maar als ze al een beetje gebruikt is haalt ze dat niet meer."
Professor Kleinstein heeft hun gesprek gehoord en doet nu een voorstel. "We zouden een testapparaat voor batterijen kunnen bouwen."
Bassie Briljant doet gewoon zijn tas open (waarvan de inhoud precies met de bouwdoos overeenkomt) en kan meteen beginnen. De Professor staat bij het bord en geeft aanwijzingen.

Is de batterij nog goed?

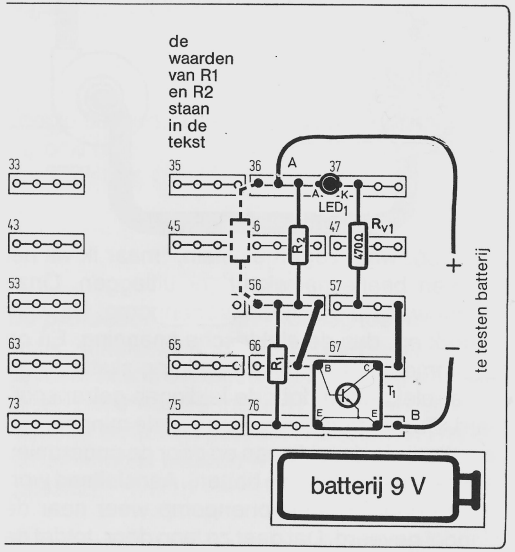
"Bouwt U het testapparaat precies als op de tekening is aangegeven. U dient echter de weerstanden R1 en R2 nog weg te laten."

Iedereen gaat vol ijver aan het werk en men is al snel klaar. "En nu?" vraagt Loepje, omdat hij meteen iets wil meten en resultaten wil zien. Kleinstein legt uit hoe het nu verder gaat.





(20) "Als R1 neemt U nu de weerstand van 1 kΩ (bruin-zwart-rood); als R2 neemt U die van 5,6 kΩ (groen-blauw-rood)."
"En dan?". Loepje is heel ongeduldig. De Professor vertelt het hem. "Wanneer je nu de een of andere batterij op de schakeling aansluit en de LED brandt niet, dan weet je dat de batterij een spanning van 4,5V of minder afgeeft. De LED brandt als de batterij 4,5 V of meer afgeeft."
"Maar ik wil het preciezer weten", houdt Loepje vol. "Geen enkel probleem", meent Kleinstein.



Spanning van meer dan 6 Volt

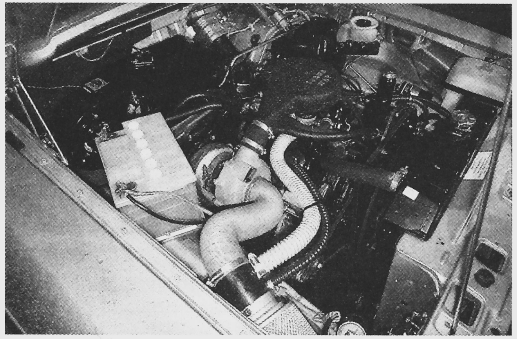
(21) "R1 wordt nu gewoon door een weerstand van 470 Ω vervangen en naast R2 steken we er nog eentje van 15 kΩ (bruin-groen-oranje) bij, d.w.z. we zetten die weerstand 'parallel' aan de weerstand van 5,6 kΩ (in de tekening met stippellijntjes weergegeven).
De Professor legt ook nog uit wat je met deze schakeling kunt meten. "Wanneer de LED niet oplicht dan geeft de batterij een spanning van minder dan 6 V af. Wanneer de LED wèl brandt dan geeft de batterij een spanning van meer dan ongeveer 6 V af." En vlijmscherp konkludeert Loepje: "Dus als de LED bij proef 20 brandde, maar nu niet meer, dan betekent dat dat de batterij tussen 4,5 en 6 V afgeeft."
Nu bemoeit ook Bassie Briljant zich weer met het gebeuren: "Wij kunnen ook nog andere spanningen met ons testapparaat meten. Daarvoor bestaat een schakeling." Opdat ze het allemaal begrijpen, legt hij luid en duidelijk uit:

Test voor nog hogere spanningen

(22) "We trekken de weerstand van 15 kΩ (bruin-groen-oranje), die parallel aan die van 5,6 kΩ (groen-blauw-rood) geschakeld is, eruit."

Vervolgens verklaart hij:
"Wanneer we aan de schakeling nu een batterij aansluiten en de LED brandt, weten we dat de batterij meer dan 7,5 V afgeeft."

"En als je nu bijvoorbeeld een 12-V-auto-akku aansluit?" wil Loepje weten.



Ook deze vraag stelt Kleinstein niet voor problemen. "De schakelingen die we tot nog toe hebben gemaakt kun je rustig ook voor auto-akku's gebruiken. Maar als je 12 V wilt meten, zul je de schakeling nog eens om moeten bouwen."

Kontrole van een auto-akku

(23) "Als weerstand R1 gebruiken we weer eentje van 1 kΩ (bruin-zwart-rood), als R2 zetten we een weerstand van 15 kΩ (bruin-groen-oranje) in de schakeling."

Professor Kleinstein's belangrijke afsluitende verklaring:

"U dient nog te weten dat de spanning van een batterij altijd een beetje daalt wanneer men hem gebruikt. Bij gebruikte batterijen kan de spanning soms een behoorlijke inzinking krijgen. Onze tests dienen er dan ook eveneens toe om vast te stellen hoe de batterij er aan toe is."

"Dat is allemaal prachtig", meent Loepje, "maar we werken de hele tijd met weerstanden, we weten zo'n beetje hoe ze er uitzien, maar wat ze eigenlijk doen - dat weten we niet." "Wees maar niet bezorgd", stelt Kleinstein hem gerust, "dat komt direkt."

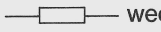
Knelpunt: de weerstand

"Na dit praktische gedeelte, Dames en Heren, verzoek ik U mij weer te volgen. Ik wil U nog een en ander uitleggen."
Allemaal gaan ze weer terug naar het leslokaal. Iedereen wacht stil af, wat de Professor allemaal over weerstanden te vertellen heeft.

Professor Kleinstein legt uit:

"Een weerstand is een elektronisch onderdeel, dat weerstand biedt aan de stroom. De elektrische stroom kan dus niet ongehinderd door een weerstand gaan. Daardoor wordt de kracht van de elektrische stroom verminderd. Door een grote weerstand kan slechts een kleine stroom gaan. Is de weerstand echter klein dan vloeit er een grote stroom door de weerstand."

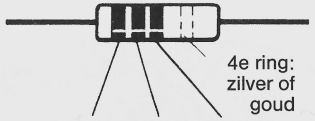
"Wij hebben die dingen nou wel in schakelingen gebruikt", roept Loepje, "maar wat is nu eigenlijk hun funktie in een schakeling?"
"Enerzijds verhinderen de weerstanden dat er kortsluiting ontstaat, dat wil zeggen ze voorkomen dat de elektronen in het wilde weg door de draad razen en dat de batterij in een mum van tijd leeg is. Anderzijds kun je met behulp van weerstanden een gewenste stroom heel precies instellen. Onze LED bijvoorbeeld heeft een bepaalde stroom nodig die door een weerstand van 470 Ω gedoseerd wordt", luidt het antwoord van Kleinstein.
"Ter afsluiting van het thema 'weerstanden'", vervolgt de Professor, "geef ik nog wat belangrijke informatie: Het schemasymbool van de weerstand kent U allemaal uit de stuklijst van het begin van het boek. Wij hebben dit symbool hier nogmaals weergegeven.



De eenheid van de weerstand is Ohm, wat afgekort wordt met de Griekse letter Omega (Ω). Hoe sterker een weerstand is, hoe hoger het Ohmgetal. 1000 Ohm is 1 kilo-ohm (afgekort 1 kΩ), precies zoals 1000 gram 1 kilogram is."

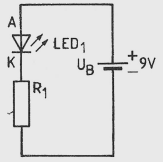
Allerlei kleurtjes voor weerstanden

Welke Ohmwaarde een weerstand heeft ontdek je heel snel, door hem zo vast te houden dat de gouden of zilveren ring aan de rechter kant staat. Dan kun je de waarde van de weerstand aan de hand van de drie andere ringen van links naar rechts bepalen. Elke kleur geeft een getal weer. De linker twee ringen geven de getalswaarde aan terwijl de derde van links het aantal nullen aangeeft dat achter de getalswaarde komt te staan. Zolang je de kleurenkode nog niet van buiten kent kun je het beste de weerstandstabel op de achterste omslagpagina van dit handboek gebruiken.

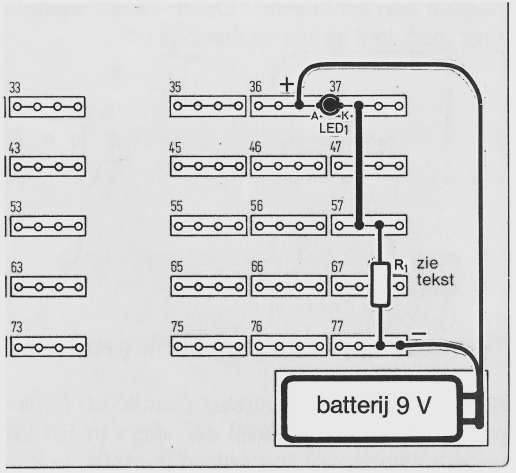


	1e ring (1e cijfer)	2e ring (2e cijfer)	3e ring aantal nullen
0	zwart	zwart	zwart
1	bruin	bruin	bruin
2	rood	rood	rood
3	oranje	oranje	oranje
4	geel	geel	geel
5	groen	groen	groen
6	blauw	blauw	blauw
7	paars	paars	paars
8	grijs	grijs	grijs
9	wit	wit	wit

Loepje is nog niet tevreden: "En waar komt dat begrip 'Ohm' vandaan?" Ook daarvoor geeft Kleinstein de verklaring: "Net zoals 'Volt' naar een beroemde natuurkundige genoemd is, is dat ook met 'Ohm' het geval. Er was namelijk een zekere meneer Ohm die meer dan 100 jaar geleden een van de belangrijkste grondslagen van de elektrotechniek heeft ontdekt."



"En wat voor grondslagen waren dat dan?" wil Loepje weten. "Dat is niet zo eenvoudig", zegt de Professor. "Wat spanning, stroom en weerstand is weten we nu. Meneer Ohm heeft de samenhang tussen die drie ontdekt."
"En welke samenhang is dat dan?" vraagt een van de astronauten. Kleinstein legt de Wet van Ohm uit: "Spanning (in Volt) gedeeld door de weerstand (in Ohm) is de stroom (in Ampère). Dat is iets voor mensen die graag rekenen. Om de praktische betekenis te begrijpen moeten we nog een paar kleine proeven doen."
(24) Loepje bouwt de schakeling van de tekening na. Als weerstand R1 wordt er eentje van 1 kΩ (bruin-zwart-rood) gebruikt.
Je kunt nu zien dat de LED mooi helder brandt.



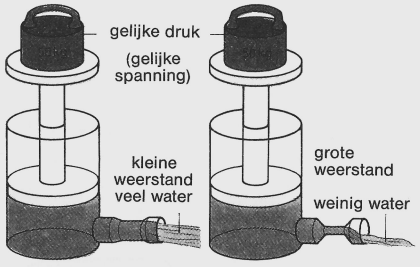
Grotere weerstand – minder stroom

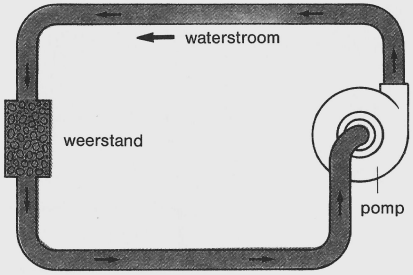
(25) Nu vervang je de weerstand R1 door eentje van 5,6 kΩ (groen-blauw-rood).

En zie! De LED brandt beduidend minder fel.

(26) En nu gebruik je voor R1 een weerstand van 15 kΩ (bruin-groen-oranje). De LED brandt nog maar nauwelijks waarneembaar. De zeer grote weerstand verhindert dat de stroom in toereikende mate door de LED stroomt.

Ook bij het water geldt:

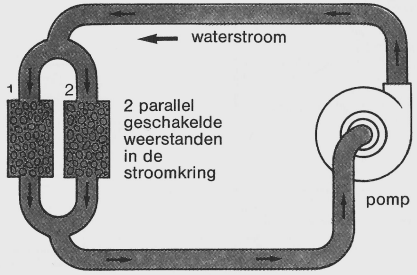


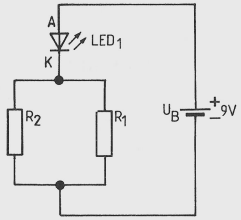


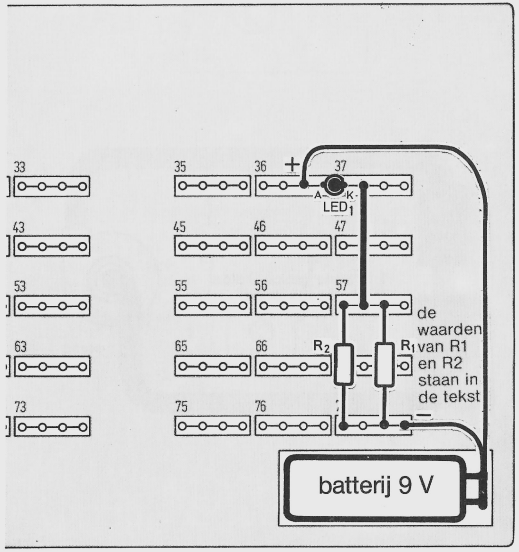
Wanneer je meerdere weerstanden in een stroomkring gebruikt heb je twee mogelijkheden: ofwel plaats je ze naast elkaar (parallel) of achter elkaar (in serie).

Weerstanden – parallelgeschakeld

(27) Bouw een schakeling volgens de tekening. Als weerstand R1 gebruik je er een van 15 kΩ (bruin-groen-oranje), als weerstand R2 zet je er eentje van 5,6 kΩ (groen-blauw-rood) in.
De LED zal glimmen ondanks het feit dat de twee weerstanden elk een tamelijk hoge waarde hebben. Wij hebben voor de stroom een tweede pad aangelegd. Technisch formuleren we dat als volgt: parallelschakeling van weerstanden vermindert de totale weerstand van dit deel van de schakeling.
(28) Nu vervang je de weerstand R2 door eentje van 1 kΩ.
De LED brandt feller omdat de totale weerstand van de nieuwe parallelschakeling van R1 en R2 kleiner is dan die uit de vorige proef. Maar wat gebeurt er, wanneer je weerstanden in een stroomkring achter elkaar plaatst?





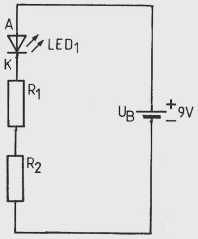


Weerstanden in serie

(29) Zet een schakeling volgens de tekening in elkaar. Voor R1 neem je een weerstand van 470 Ω (geel-paars-bruin), voor R2 een van 1 kΩ (bruin-zwart-rood). De LED zal zwakker branden dan wanneer slechts één van de weerstanden in de schakeling zou zijn opgenomen, omdat de stroom na de eerste weerstand nog een tweede weerstand tegenkomt. Bij in serie geplaatste weerstanden moet je de ohmwaarden bij elkaar optellen. In deze schakeling is de totale weerstand dus 470 Ω + 1 kΩ = 1470 Ω.

(30) R1 blijft gelijk. R2 vervangen we nu door een draadbrug. De LED zal feller branden omdat een draadbrug bijna geen weerstand biedt: de draadbrug is praktisch 0 Ω.

(31) Nu trek je de weerstand R1 helemaal eruit. De LED gaat uit omdat een 'gat' in de schakeling betekent, dat de weerstand op die plaats oneindig groot is.

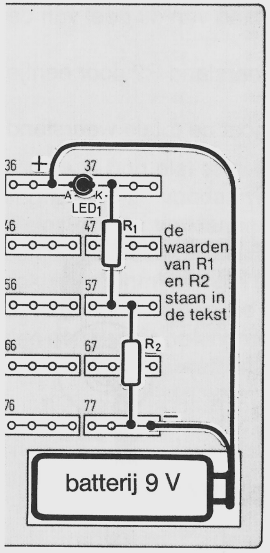


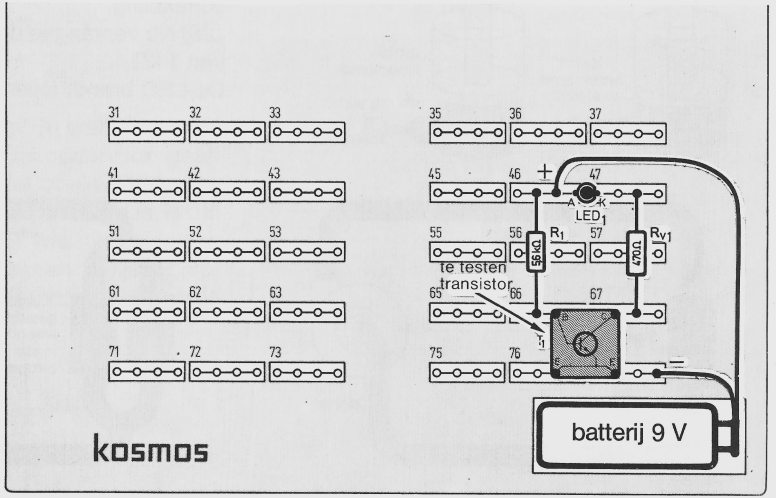
Goed of fout: transistortester

"Maar het wordt nu de hoogste tijd, dat we weer iets nuttigs bouwen!" Ze zijn het er allemaal mee eens.

"We bouwen nu een apparaat", stelt Bassie Briljant voor, "waarmee we een ander onderdeel kunnen testen. Ik denk daarbij aan een transistortester."

(32) Hij zet de schakeling van de tekening in elkaar. "De truuk van deze schakeling is, dat we kunnen vaststellen of de transistor nog goed is", legt Bassie Briljant uit. "Brandt de LED dan is de transistor goed. Brandt de LED niet dan is hij stuk en moeten we een andere gebruiken."





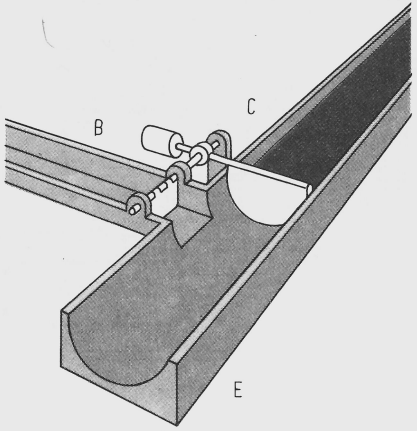
Een sterke stroomversterker: de transistor

"En als je nu nog zoudt weten", denkt Loepje hardop, "wat een transistor eigenlijk is, wat die allemaal kan ..."

Professor Kleinstein legt het uit:

"Dat is helemaal niet zo moeilijk. Een transistor heeft drie aansluitingen. Dat kun je duidelijk zien als je de transistormodules eens goed bekijkt. Aan het moduul zelf zul je echter vier aansluitingen ontdekken. Dat komt omdat één van de transistoraansluitingen met twee aansluitpennen verbonden is. Op het moduul vind je de opschriften B, C en E. Daarbij betekent B basis, C collector en E emitter, zo heten namelijk de aansluitingen van een transistor."

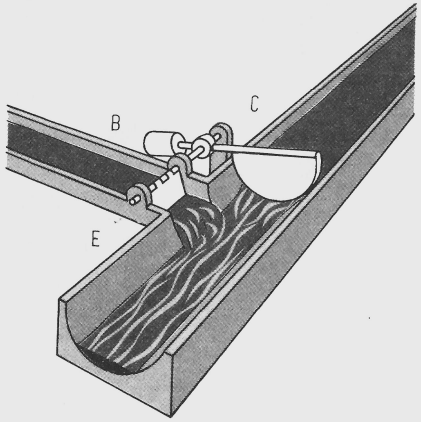
"Dat is allemaal leuk en aardig", zegt Loepje een beetje mopperig, "maar nu weet ik alleen hoe die dingen heten, maar nog steeds niet wat ze doen."



Professor Kleinstein verklaart:

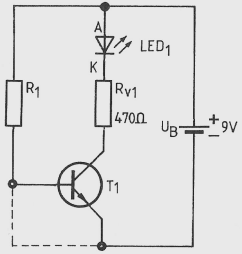
"Je moet je de transistor als een sluis voorstellen." Hij tekent twee schetsen op het bord, die we hier hebben weergegeven. "De eerste tekening laat zien wat er gebeurt als er aan de basis niets gebeurt – dan gebeurt er helemaal niets. Onze sluis blokkeert de waterstroom die van C naar E wil stromen. Dat wordt anders wanneer – zoals op de tweede tekening – in kanaal B een kleine stroom wordt geleid. Het water in kanaal B drukt tegen de linker kleine deur en zie, via het mechanisme wordt daardoor de rechter grote deur omhoog gebracht: van C naar E kan een grote stroom vloeien. Het principe is fantastisch: de kleine stroom in het kanaal B (basisstroom) bewerkstelligt een grote stroom in het C-E-kanaal (collector-emitter-stroom). Je begrijpt nu wat met 'stroomversterking' wordt bedoeld."

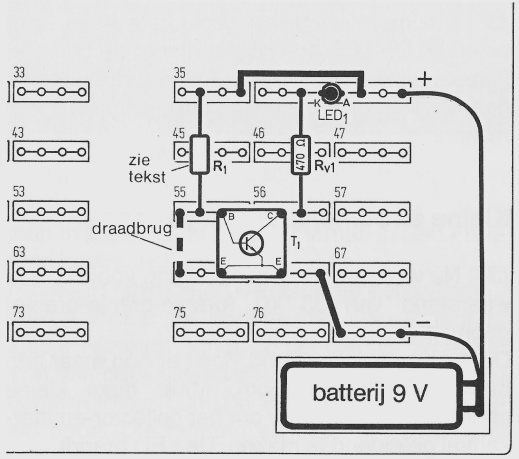
"Maar in een transistor zitten toch geen sluizen", zegt Loepje. "Zeker niet," antwoordt Bassie Briljant, "maar dit is slechts een model van hoe je je een transistor moet voorstellen."



Basisexperimenten met de transistor

Nu onderzoeken we eens, hoe je een transistor zover krijgt dat hij een stroom van de collector naar de emitter laat gaan.
(33) Zet de schakeling volgens de tekening in elkaar. Voor R1 gebruik je een weerstand van 15 kΩ (bruin-groen-oranje).
De LED brandt: er loopt dus een stroom van de collector naar de emitter.





We onthouden:

Wanneer je de basis van een transistor via een weerstand met de pluspool van een batterij verbindt wordt het collector-emitter-kanaal geleidend, net als in ons sluismodel. De weerstand in het basiskanaal is heel belangrijk. De basisstroom mag niet te groot worden omdat anders de transistor stuk zou kunnen gaan.
(34) Trek nu de weerstand R1 eruit en plaats de gestippeld getekende draadbrug in de schakeling.
Nu is de basis met de minpool van de batterij verbonden. Er kan geen basisstroom vloeien; het collector-emitter-kanaal is gestremd en de LED brandt niet.

Verbind je de basis met de minpool van de batterij dan spert de transistor, er is geen basisstroom. Een weerstand in het basiskanaal is dan ook niet nodig.
(35) Trek nu de in proef 34 geplaatste draadbrug er weer uit. De LED brandt niet omdat de basis 'er zomaar bij hangt'. Hij krijgt dan natuurlijk ook geen stroom die de sluisdeur zou kunnen openmaken.

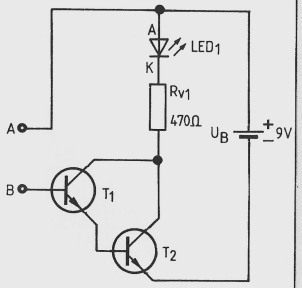
Kleine stroompjes zijn al genoeg

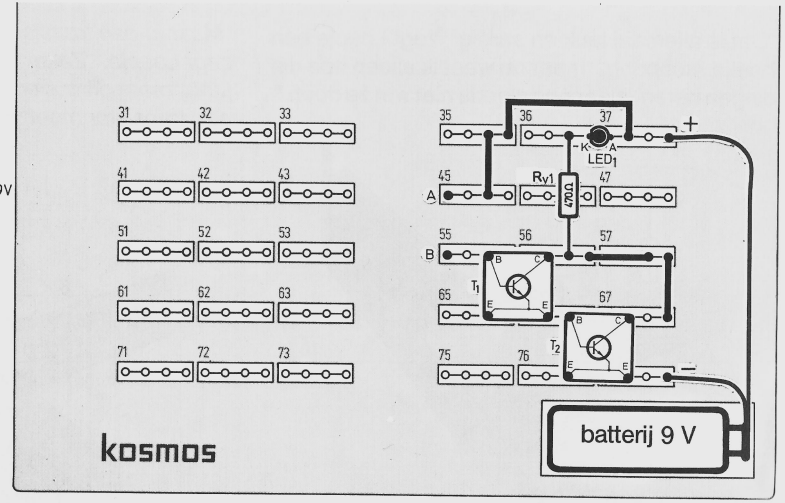
(36) Nu wordt volgens de tekening voor R1 een weerstand van 33 kΩ (oranje-oranje-oranje) gebruikt.
Door de grote weerstand vloeit er nog maar een heel kleine basisstroom. Maar deze kleine stroom is al voldoende om het collector-emitter-kanaal geleidend te maken. De LED brandt.

(37) Nu vervangen we R1 zelfs door een weerstand van 220 kΩ (rood-rood-geel).
Daardoor wordt de basisstroom nog kleiner. Maar zelfs dit minieme stroompje is genoeg om de LED te doen branden.
(38) In plaats van een weerstand R1 gebruiken we onszelf als weerstand. Maak je vingers een beetje nat en pak dan de twee klemveren vast waar eerst R1 tussen heeft gezeten. De vochtige vingers hebben zeker een zeer hoge weerstand. De stroom die er vloeit, is dan ook bijzonder klein. Maar dat is voldoende om het collector-emitter-kanaal geleidend te maken en de LED te laten branden.
Als één enkele transistor al tot zo'n geweldige versterking van een kleine stroom in staat is, wat kunnen twee transistoren dan niet voor elkaar krijgen?

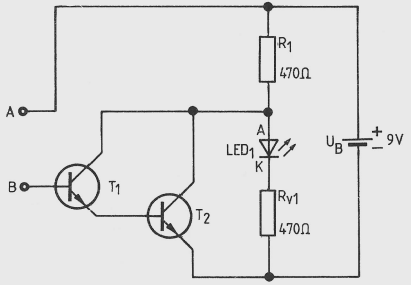
Gevoelig: een elektronische tiptoets

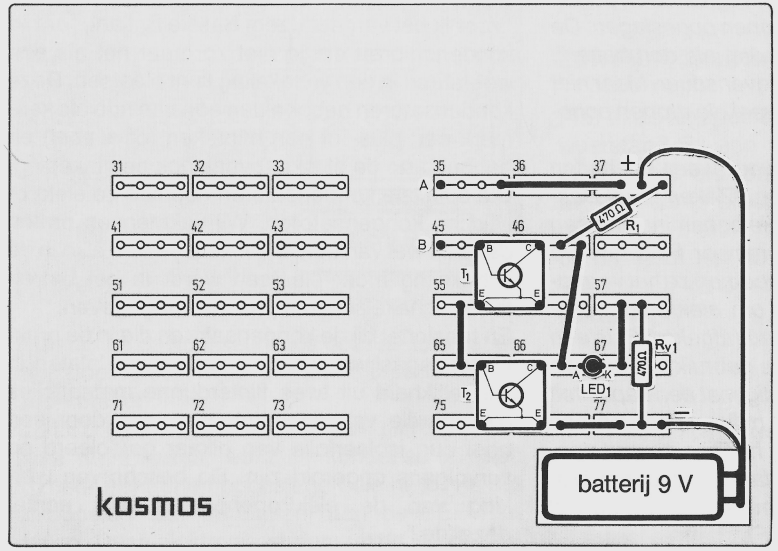
(39) Bouw een schakeling zoals op de tekening beneden.
Als je nu een droge (!) vinger op A en een andere op B legt gaat de LED aan. Een heel klein stroompje gaat via de vingers naar de basis van de transistor T1. Daardoor kan een stroom van de collector naar de emitter van deze transistor stromen. De emitter van T1 is op zijn beurt meteen aan de basis van T2 aangesloten. De stroom wordt opnieuw versterkt. Hij is nu sterk genoeg om de LED te laten branden. Zo hebben we een tiptoets voor het inschakelen van de LED uitgevonden.
Maar het kan ook andersom. Je kunt ook een brandende LED gewoon door aanraking uit laten gaan.





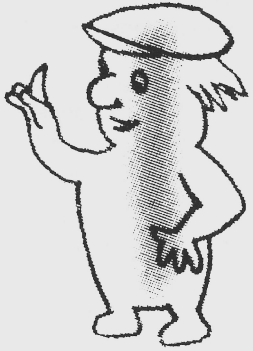
(40) De kleine schakeling wordt op de in de tekening aangegeven wijze opgezet.
Als je nu A en B met twee vingers aanraakt, vloeit er een heel kleine stroom naar de basis van T1 die in deze transistor versterkt wordt. De emitterstroom gaat naar de basis van T2 en wordt daar nogmaals versterkt... T2 wordt dus geleidend en biedt zodoende de stroom een gemakkelijke weg om niet door de LED heen maar erlangs te kunnen lopen. De LED krijgt geen stroom meer en gaat dus uit.

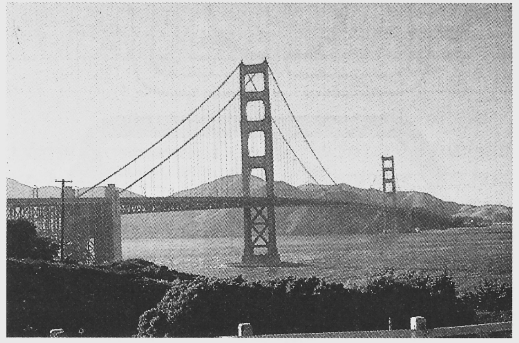




4. In San Francisco

Bassie Briljant en Loepje nemen afscheid van Professor Kleinstein. “Hartelijk bedankt voor Uw interessante uitleg. Ik vind dat we er heel veel van opgestoken hebben.“
“En nu?“ vraagt Loepje ongeduldig. “Ik heb in Amerika nog meer vrienden met heel interessante beroepen“, zegt Bassie Briljant. “Kom, we

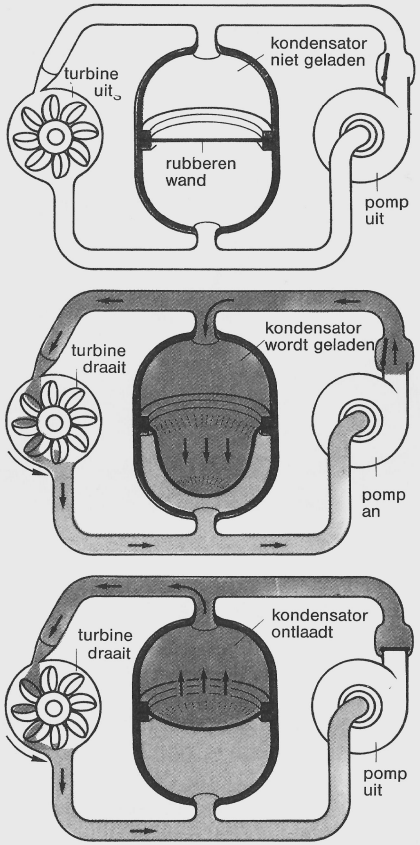




gaan mijn vriend de brandweerman in San Francisco bezoeken!“
“Fijn zeg! Dan moeten we ook weer eens vliegen, helemaal naar de andere kant van Amerika.“ Loepje verheugt zich al op het nieuwe avontuur. “Wat valt daar allemaal te zien?“ “De wereldberoemde Golden Gate Bridge, de brug van de gouden poort. Die moeten we in ieder geval eens gaan bekijken“, antwoordt Bassie Briljant.

Elektriciteitsopslag: de kondensator

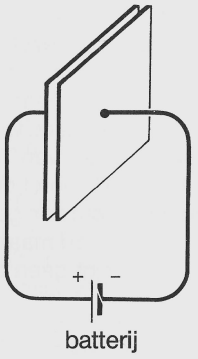
De vliegtijd wordt door Bassie Briljant weer eens benut om Loepje iets te verklaren. "We hebben al een paar keer met kondensatoren te maken gehad, maar heb je eigenlijk enig idee wat dat voor iets is, zo'n kondensator?" "Nou ja, om eerlijk te zijn, ik weet het niet. Maar ik zou het graag willen weten!"



Bassie Briljant legt het uit:

Een kondensator is een onderdeel dat de elektrische stroom niet doorlaat. Je moet je twee metalen platen voorstellen, die tegenover elkaar staan, net zoals hier getekend. Dan is dat toch alsof er een 'gat' in de stroomkring zit." Loepje bevestigt dat. "Dus," vervolgt Bassie Briljant, "door een kondensator kan de stroom niet stromen. Er gebeurt dan echter iets verbazingwekkends. Op de ene kondensatorplaat hopen zich namelijk massaal elektronen op, terwijl er uit de andere plaat elektronen weggehaald worden. Neem je nu de kondensator weg uit de stroomkring, dan heeft hij dus elektronen opgeslagen. De kondensator gedraagt zich dan als een batterij, alleen met een veel kortere levensduur. Maar niet elke kondensator kan evenveel elektronen opnemen."

"Dan heb je dus ook daarvoor weer eenheden nodig", merkt Loepje slim op. "Zeker", zegt Bassie Briljant, "en weer komt die benaming van een oude natuurkundige, ene meneer Faraday. De eenheid van kapaciteit (zo noemen ze het vermogen van een kondensator om elekronen op te slaan) is de 'farad'. Een farad (afgekort F) is een vrij grote eenheid. Voor ons gebruik hebben we meestal kondensatoren nodig met een kapaciteit die in de buurt van enkele miljoensten van een farad ligt. En ook daarvoor hebben ze een speciale naam: een miljoenste farad heet een mikrofarad, afgekort μF, en een miljardste farad wordt een nanofarad genoemd (nF)."



"Tsjonge! Wat ze niet allemaal uitvinden!" roept Loepje verbaasd uit.

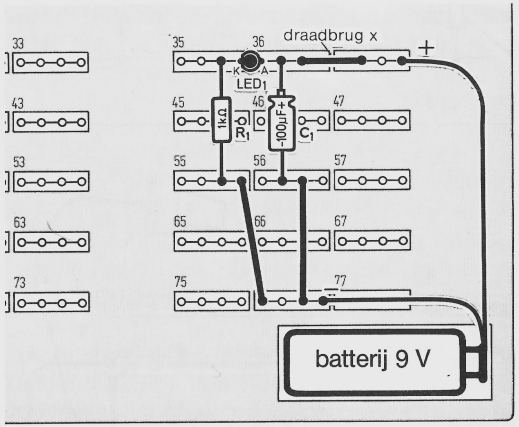
"Voor ik het vergeet", zegt Bassie Briljant, "er zijn kondensatoren die je niet zo maar net als een weerstand in een schakeling kunt plaatsen. Deze kondensatoren hebben aan één uiteinde als kenmerk een plus- of een minteken (of allebei) en hebben aan de pluskant vaak ook een inkeping. Die speciale kondensatoren noemen ze elektrolytische kondensatoren. Wij vakmensen praten dan ook wel van een 'elko'. Hoe je zo'n elko in de schakeling moet plaatsen wordt in het betreffende schakelschema precies aangegeven.
En tenslotte: bij de kondensatoren die in de praktijk toegepast worden, bestaan de twee 'platen' in werkelijkheid uit twee flinterdunne metaalfolies die omwille van de ruimtebesparing door een heel dun isoleerfolie van elkaar geïsoleerd en vervolgens opgerold zijn. De beschreven werking van de elektronenopslag blijft echter dezelfde."

Om te onthouden:
Een paar eenvoudige experimenten met de kondensator

Bassie Briljant heeft al uitgelegd dat een kondensator elektronen kan opslaan. Dat laat hij nu door een paar kleine proeven zien.

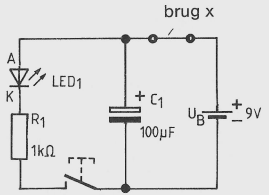
Hoelang ontlaadt een kondensator?

(41) Hij zet de schakeling van de tekening in elkaar. Voor R1 kiest hij een weerstand van 1 kΩ (bruin-zwart-rood). C1 wordt een kondensator van 100 μF; de LED brandt. Dan koppelt hij de



batterij van de schakeling los door de toevoerleiding door het verwijderen van de draadbrug x te onderbreken.

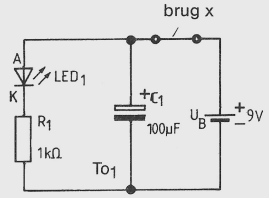
De LED gaat niet meteen uit maar glimt nog een tijdje na. Logisch, want de kondensator heeft immers elektronen opgeslagen die hij nu na het afkoppelen van de batterij aan de LED kan geven. Deze elektronenstroom uit de kondensa-

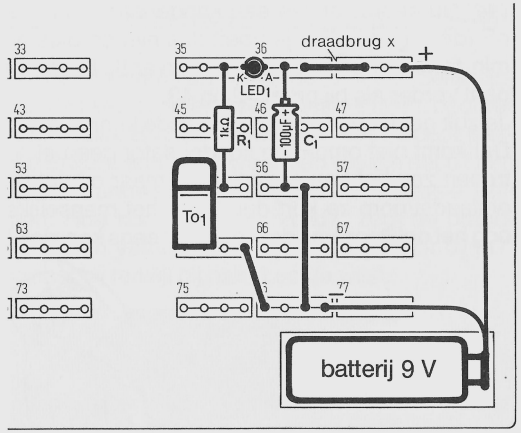


tor zorgt ervoor dat de LED nog even nabrandt. Gedurende een poosje werkt de kondensator dus als batterij.

Een mini-flitslicht

(42) In de afgebeelde schakeling steek je nu als weerstand R1 een weerstand van 1 kΩ (bruin-zwart-rood), als kondensator C1 eentje van 100 μF (net als in proef 41). Vervolgens trek je de draadbrug x eruit, zodat de toevoerleiding naar de pluspool van de batterij wordt onderbroken. Wanneer je nu op de toets drukt, brandt de LED korte tijd.





Wat is er gebeurd? Gedurende de periode waarin de batterij nog was aangesloten, werd de kondensator C1 opgeladen. Als nu de batterijaansluiting eruitgetrokken wordt, dan kan hij zichzelf niet ontladen, omdat de verbinding naar de LED onderbroken is. Pas door het indrukken van de toets wordt de ontlaad-stroomkring naar de LED gesloten. De diode brandt nu totdat de kondensator leeg is. Volgens hetzelfde principe werken overigens ook de elektronische flitsapparaten.

(43) Vervang nu de kondensator van 100 μF door eentje van 10 μF en doe precies hetzelfde als in proef 42.

De LED brandt veel korter dan bij de vorige proef. Dat is ook logisch omdat de kondensator van 10 μF een kleinere kapaciteit heeft dan die van 100 μF. Hij kan dus minder elektronen opslaan en laat de LED maar gedurende zeer korte tijd branden.

(44) Nu gebruiken we een kondensator van 6,8 nF (dit is geen elko; je hoeft dus niet op plus en min te letten bij het insteken ervan!). De proef gaat verder als bij proef 42 en 43.
Je zult geen oplichten van de diode kunnen zien. Dat komt niet omdat de kondensator geen elektronen zou hebben opgeslagen, maar omdat de ontlaadstroom zo kort duurt, dat het menselijke oog het opflitsen van de diode niet eens kan zien.

Afsluitend legt Bassie Briljant uit:

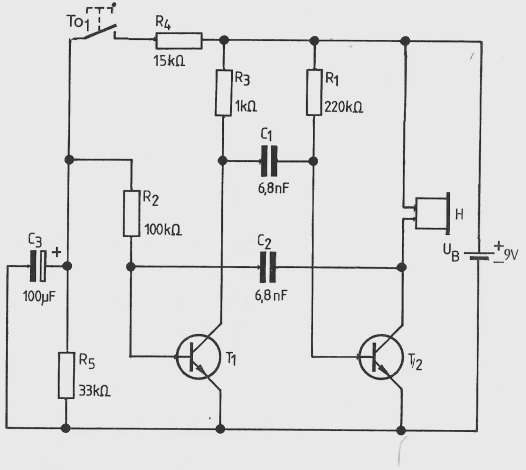
"Kondensatoren vormen een onderbreking van de stroomkring. Ze kunnen echter elektronen opslaan. Een opgeladen kondensator funktioneert gedurende een korte tijd als een batterij. Kondensatoren met een grote kapaciteit kunnen veel, die met een kleine kapaciteit weinig elektronen opslaan. Een μF (mikrofarad) is een miljoenste deel van de eenheid Farad, een nF (nanofarad) is een miljardste deel daarvan. Er zijn kondensatoren waarop een plus- en een minteken gedrukt zijn; zulke kondensatoren noemt men elko's (elektrolytische kondensatoren).

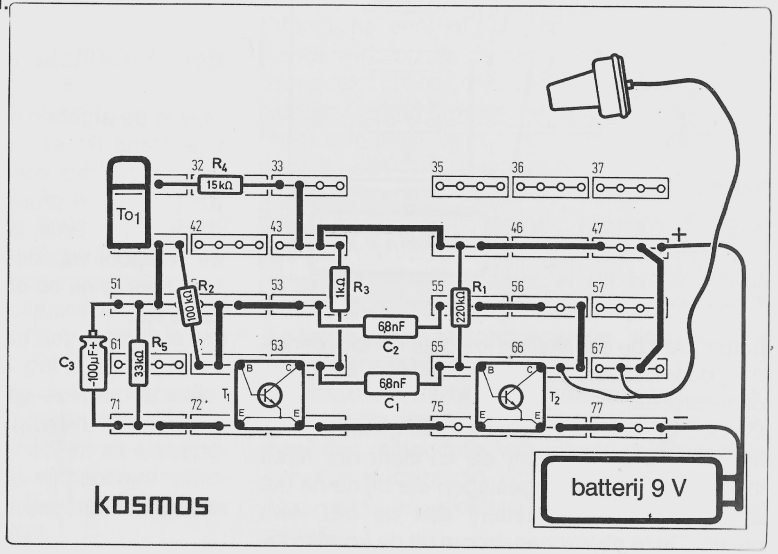
Kondensatoren in serie en parallel

Wanneer je kondensatoren parallel schakelt, krijg je een grotere kapaciteit; serieschakeling echter levert een geringere kapaciteit op.

Hels kabaal: de sirene

Intussen is het vliegtuig met onze twee vrienden in San Francisco geland. "Kom we gaan meteen naar de brandweer, naar mijn vriend", zegt Bassie Briljant. Zo gezegd, zo gedaan.
Voor de reusachtige brandweerkazerne is het een drukte van jewelste. Mensen rennen heen en weer. Er komen brandweerauto's terug van een aktie, andere wagens rukken net met zwaailicht en sirene uit.
"Om daar door te komen moet je zelf een sirene hebben", peinst Loepje. "Geen probleem", zegt Bassie Briljant en opent zijn tas, waarin hij zijn elektronische onderdelen heeft opgeborgen.
Bassie Briljant haalt de montageplaat uit de tas en zet de schakeling precies zo in elkaar als op de tekening is aangegeven.





"Maar ik hoor helemaal niets", pruilt Loepje. "Allicht niet, want mijn sirene is bij wijze van spreken half-automatisch", antwoordt Bassie Briljant. "Je zult toch eerst nog even op die toets moeten drukken."

Aan- en afzwellend geluid

(45) Loepje pakt de oortelefoon en drukt voorzichtig op de toets To. Kijk: de toon wordt hoger, als hij de toets loslaat wordt de toon weer langzaam lager.
"Dat is tovenarij!" Loepje is heel opgewonden, "ik wed dat hier het op- en ontladen van een kondensator een rol speelt." Bassie Briljant knikt heel tevreden: "Precies, dat is het."

Bassie Briljant is nu op dreef gekomen: "Wij veranderen de sirenesnelheid!" roept hij uit.

(46) Bassie Briljant trekt de weerstand R5 van 33 kΩ (oranje-oranje-oranje) eruit en vervangt deze door eentje van 5,6 kΩ (groen-blauw-rood).
Loepje probeert meteen uit wat dat oplevert. Het resultaat is zoals Bassie Briljant had voorspeld: De toon zwelt nu sneller aan- en af.

De 'slakkensirene'

"Maar dat was nog zeker niet alles." Bassie Briljant wil nog een proef doen: de slakkensirene. "Die wordt zo genoemd, omdat ze zo ontzettend langzaam is."
(47) "Wij verwijderen gewoon de weerstand R5, die immers parallelgeschakeld is met de kondensator C3." Loepje drukt op de toets en laat hem na een poosje weer los. De toon zwelt nu weer langzaam af.

Bassie Briljant legt uit:

"Deze schakeling noemt men toongenerator omdat zij tonen kan opwekken. Toongeneratoren zullen we later nog uitvoerig bespreken (in hoofdstuk 6). Hier zullen we alleen het sirene-effekt onder de loep nemen. Kijken we eerst eens naar transistor T1: Als de toets niet is ingedrukt, krijgt T1 geen basisstroom en de toongenerator kan niet funktioneren. Zo, en nu stellen we ons eens voor dat we de toets indrukken. De stroom die nu via weerstand R4 komt gaat voor het grootste deel naar de lege kondensator C3 en slechts voor een klein deel via R2 naar de basis van T1. Hoe voller C3 echter wordt, hoe minder stroom hij nodig heeft en hoe meer stroom de basis van T1 ter beschikking krijgt. Dit gedrag leidt tot een langzaam stijgende toon.
Laten we nu de toets los, dan funktioneert C3 als een batterij. hij levert basisstroom aan T1, aanvankelijk veel en daarna langzaamaan steeds minder, totdat T1 tenslotte het werk door gebrek aan basisstroom in de toongeneratorschakeling neerlegt. Mocht C3 nu nog een klein beetje lading hebben, dan zorgt R5 ervoor dat die kondensator helemaal ontladen wordt.

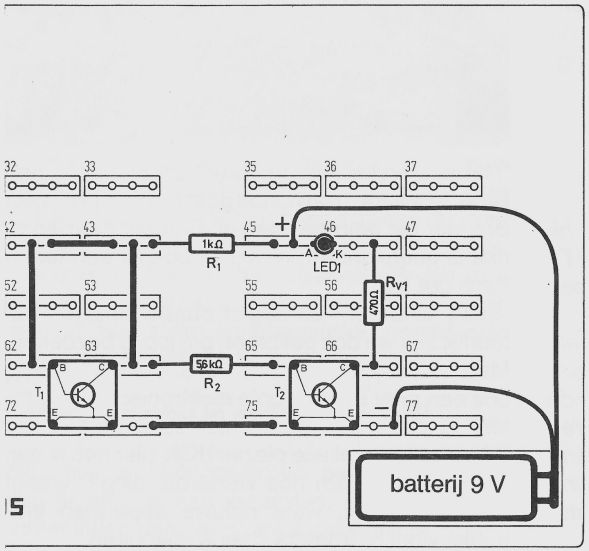
Nu gaat het er heet aan toe: brandmelder

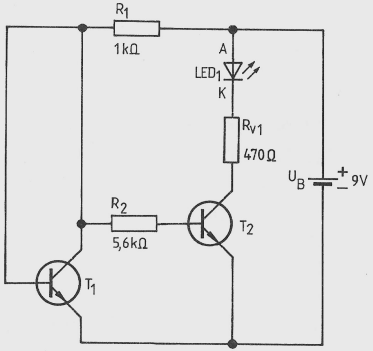
Na het bouwen van de sirene is het eindelijk tijd, dat de twee de vriend van Bassie Briljant begroeten. "Hallo, Brander, ken je me nog?" roept Bassie Briljant een brandweerman toe die net uit een grote brandweerauto stapt. "Kerel, Bassie Briljant! Hoe kom jij hier verzeild?" zegt de brandweerman verheugd. "En wie heb je daar bij je?" vraagt hij terwijl hij naar Loepje wijst.

"Dat is Loepje, mijn assistent en leerling", zegt Bassie Briljant. "Hallo, hoe gaat het met je?", zegt Brander die lang geleden uit Brabant naar Amerika is geëmigreerd, terwijl hij Loepje een ferme hand geeft.
"Beste Brander," zo begint Bassie Briljant, "natuurlijk zijn we ook gekomen om jou te bezoeken. Maar we hebben ook nog een ander doel. Kun jij ons een paar interessante elektronische apparaten laten zien die jullie hier zoal gebruiken?" "Maar zeker, met alle plezier! Kijk, hier heb ik een brandmelder." "En hoe werkt dat ding?" vraagt Loepje meteen, want nieuwe apparaten en truuks vindt hij immers steeds spannend.

"Heel eenvoudig", zegt Brander terwijl hij een schema uit zijn borstzak tevoorschijn haalt. Bassie Briljant neemt zijn tas en zet de schakeling in elkaar, zoals ze op de tekening van Brander te zien is (zie ook de afbeelding).
De LED brandt, maar verder valt er niets bijzonders te zien. "Wat is dat nu?" vraagt Loepje teleurgesteld, "er gebeurt helemaal niets!"
"Dat is maar goed ook", zegt Brander, "want hier staat immers niets in brand. Het apparaatje moet ons immers branden melden."
"Dan zullen we maar eens een brandje in elkaar zetten", adviseert Bassie Briljant en tovert uit zijn tas een haardroger tevoorschijn.

(48) Daarmee blaast hij warme lucht op de transistor T1. Hij let erop dat hij de andere onderdelen, met name transistor T2, niet met die warme luchtstraal raakt. Daarvoor houdt hij een stuk karton tussen T1 en T2.
Wie had dat verwacht? De LED wordt donkerder naarmate de transistor T1 meer verwarmd wordt, en gaat tenslotte bijna helemaal uit. (Zo ongeveer funktioneren ook de kontroleapparaten voor automotoren: zolang de motor nog koud is en de bedrijfstemperatuur nog niet is bereikt, brandt een waarschuwingslampje.)
"Dat is ook wat", zegt Loepje vol verbazing. "Hoe kan nou een elektronische schakeling voelen?" Deze vraag is voor Bassie Briljant meteen aanleiding voor een verklaring.





Bassie Briljant legt uit:

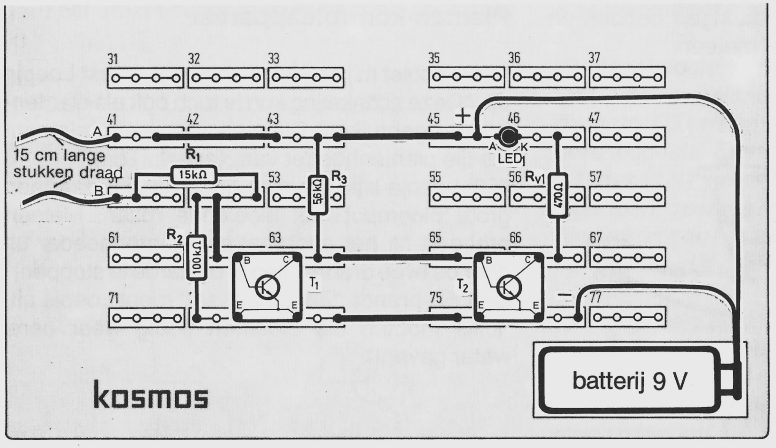
"Kijk, elektronische onderdelen veranderen hun eigenschappen wanneer hun temperatuur verandert. Transistor T1 bijvoorbeeld laat wanneer hij warmer wordt, steeds meer stroom door. Van de stroom door weerstand R1 blijft dan steeds minder over voor de basis van T2 zodat de LED steeds donkerder wordt."

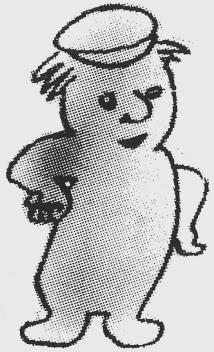
(49) Intussen – na ongeveer een minuut of twee – is T1 weer afgekoeld en wordt de LED steeds helderder.
"Daaraan kun je zien", aldus Bassie Briljant, "dat de transistor niet beschadigd is, maar zich na de afkoeling weer 'herstelt'."
"Dan kun je dat 'herstel' toch zeker ook een beetje versnellen", oppert Loepje als idee voor een nieuwe proef.
(50) Loepje verwarmt T1 heel voorzichtig met de haardroger. Zodra de LED bijna uit is neemt hij de haardroger weg en blaast op de transistor om hem af te koelen.
"En wat zou er gebeuren, als ik een lucifer bij de transistor zou houden?" vraagt Loepje slinks.

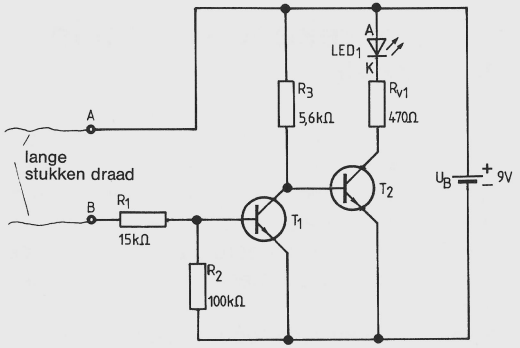
"Hemeltje nee! Dan zou alles kapot gaan", roept Brander uit. "Te grote hitte beschadigt de onderdelen zo ernstig, dat ze zich niet meer kunnen herstellen!"

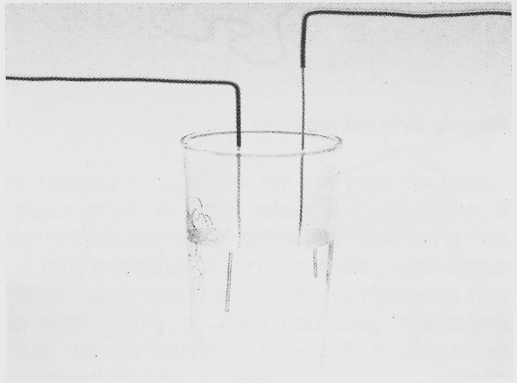
Kontroleschakeling voor ruitesproeierreservoir

Een brandweerman komt briesend van woede naar de drie toegelopen. "Verdorie, chef", dondert hij, "het is weer eens zover. Het stof hier in de stad heeft de voorruit van onze wagen weer eens helemaal vervuild. En natuurlijk is het ruitesproeierreservoir weer eens leeg, wat geen mens gemerkt heeft!"
"Die man kunnen we helpen", merkt Bassie Briljant diepzinnig op. "Wat hij nodig heeft is een elektronische kontrole-installatie: De installatie geeft automatisch aan dat het water bijna op is."
(51) Bassie Briljant is al bezig een schakeling volgens de tekening in elkaar te zetten.
"De waarschuwingslamp brandt al. Jullie water is zeker helemaal op!" lacht Loepje een beetje neuswijs. Bassie Briljant kijkt hem afkeurend aan. "Nogal wiedes, dat de LED brandt. Tussen de twee aansluitdraden A en B is alles immers helemaal droog. Maar je kunt eerst eens nagaan of de schakeling werkt."
Bassie Briljant vraagt Loepje de twee blanke einden van de lange draden tegen elkaar te houden. De LED gaat meteen uit. "Zie je wel," zegt Bassie Briljant tevreden, "en wil je nu eens een glas water halen?"





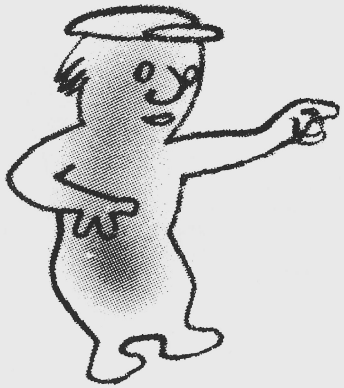




Waarschuwing bij watertekort

(52) Het water wordt gebracht en Bassie Briljant dompelt de twee blanke draadeinden in de vloeistof zonder dat ze elkaar raken.
"Het zal nu wel duidelijk zijn", doceert Bassie Briljant, "zolang de draden in het water zijn – beter gezegd: zolang er water in het glas is – brandt de LED niet. Maar wanneer de waterspiegel zo ver daalt dat de draden niet meer in het water gedompeld zijn, gaat de LED aan." "Tsjonge, chef," zegt de brandweerman, "dit geraffineerd stukje elektronika moesten we eigenlijk in al onze auto's hebben!"

Loepje wil nog enkele verklaringen hebben en Bassie Briljant geeft die ook meteen.



Bassie Briljant legt uit:

"Laten we eens van het eerste geval uitgaan: Er is nog voldoende water zodat de twee draden zich in het water bevinden. Water is zoals bekend een beetje geleidend. Het funktioneert dus als een hoogohmige weerstand. Door deze 'water-weerstand' gaat een klein stroompje naar de basis van T1. T1 wordt geleidend en laat daardoor geen stroom meer over voor de basis van T2. De LED brandt niet. Nu wordt het spannend: er is geen water meer en dus ook geen geleiding. T1 krijgt geen basisstroom en spert daardoor. Nu kan T2 via de weerstand R3 in voldoende mate van basisstroom worden voorzien. De LED brandt en geeft aan: Het reservoir moet worden gevuld.

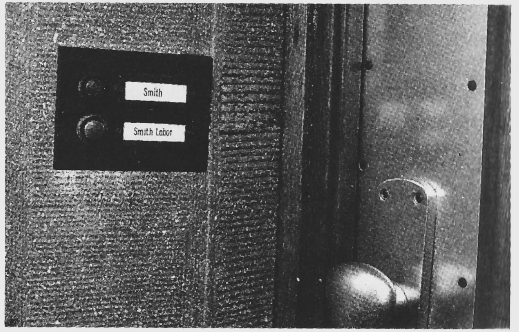
Planten-kontroleapparaat

"Daar schiet mij nog iets te binnen", merkt Loepje op. "Deze schakeling kun je toch ook als plantenhoeder gebruiken! Die werkt dan net andersom als die plantenhoeder van Kapitein Tom."
(53) Loepje kijkt om zich heen en ziet daar een grote bloempot met bloeiende rozen. Meteen probeert hij het apparaat als plantenhoeder uit door de twee draden diep in de aarde te stoppen. De LED brandt. "Zeg, mensen!" roept Loepje uit, "jullie moeten die bloemen nodig weer eens water geven!"

5. In het rekencentrum in New York

"We gaan nu met het straalvliegtuig helemaal over het Amerikaanse kontinent naar de Oostkust, naar New York", kondigt Bassie Briljant aan.
"En wat gaan we daar doen?" vraagt Loepje.
"Je hebt vast wel al gehoord dat de grote (en de kleine) computers iets met elektronika te maken hebben."
"Zeker, dat weet toch tegenwoordig iedereen", antwoordt Loepje.
"Zie je", gaat Bassie Briljant verder, "en precies daarom gaat het. We zullen een grote computer gaan bekijken en we zullen ons laten vertellen, wat er allemaal binnenin zo'n computer gebeurt. Vanzelfsprekend voeren we ook zelf weer experimenten uit."
"Dan niet gedraald", roept Loepje uit, die inmiddels zijn jas al aan heeft, "dat boeit mij zo erg dat ik nu niet langer hier wil rondhangen."

Bassie Briljant hoeft alleen nog maar zijn koffertje te pakken en weg zijn ze.
In een paar uur heeft het vliegtuig onze vrienden naar New York gebracht. Bassie Briljant's vriend heet Smith. Met een taxi zijn de twee snel bij hem thuis.
Bassie Briljant drukt op een van de twee deurbellen. In het huis klinkt een lage toon. "Ai!", zegt Bassie Briljant, "nu heb ik per ongeluk bij 'Smith



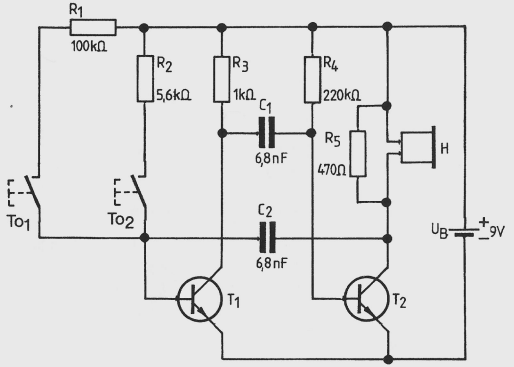
Laboratorium' aangebeld in plaats van bij 'Smith Privé'." Hij drukt nu op de juiste knop en deze keer klinkt er een hoge toon.

En ja hoor, de heer des huizes opent de deur. "Dag Bassie Briljant, wat brengt jou naar New York?"

Geraffineerd: de intelligente deurbel

"Jullie hebben je zeker verbaasd over mijn tweetonige deurbel. Nou, dat is heel simpel", zegt Smith, "'s avonds wil ik rustig kunnen zitten. Als dan de lage toon klinkt weet ik dat het een bezoeker van het laboratorium is. Ik doe dan niet eens open. Maar als de hoge toon klinkt, dan zijn het meestal aardige vrienden, zoals jullie. Het geraffineerde daarbij is, dat ik geen twee bellen heb. Nee hoor! het is één elektronische schakeling met twee druktoetsen."
"En hoe werkt dat dan?" houdt Loepje aan, die een precieze uitleg wil. "Kom, Bassie Briljant, geef mij eens dat onuitputtelijke koffertje van jou met de onderdelen. Ik weet zeker dat ik de goede onderdelen voor deze schakeling zal vinden."
Smith zet de intelligente deurbel op de in de tekening aangegeven wijze in elkaar.
"Kijk, kijk!", zegt Loepje verheugd, "en die twee toetsen komen zeker met de twee deurbeltoetsen overeen." "Je snapt het", bevestigt Smith.
"Je moet de schakeling gewoon uitproberen", spoort Smith Loepje aan.
(54) Loepje drukt op toets To1, dus op de eerste toets. Zoals te verwachten was klinkt de lage toon. "Doet de andere toets het ook?" vraagt Loepje. "Probeer het maar eens!", zegt Smith.

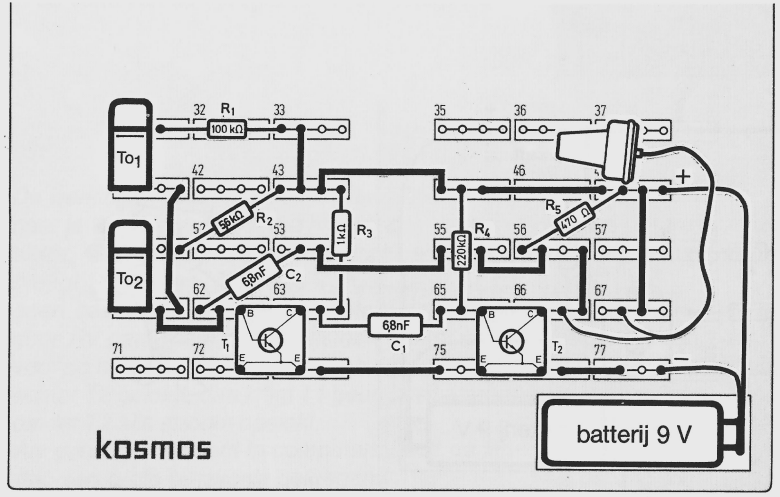
(55) Nu drukt Loepje de tweede toets, dus To2, in.



Bassie Briljant legt de schakeling uit:

"De toonhoogte wordt enerzijds door kondensator C1 en weerstand R4 en anderzijds door kondensator C2 en één van de twee weerstanden R1 of R2 bepaald. En nu wordt het al duidelijk: Toets 1 schakelt R1 van 100 kΩ in; daardoor wordt een lage toon weergegeven. Toets 2 maakt de verbinding met de beduidend kleinere weerstand R2 van 5,6 kΩ, die dan ook een hoge toon geeft."

(56) Voor de grap drukt Loepje eens op allebei de toetsen tegelijk. De toon wordt een heel klein beetje hoger. R1 en R2 zijn dan ook parallelgeschakeld zodat er in totaal dus een kleinere weerstand ontstaat.



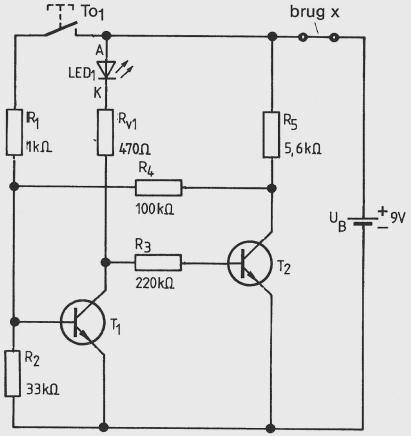
Computer-alarminstallatie

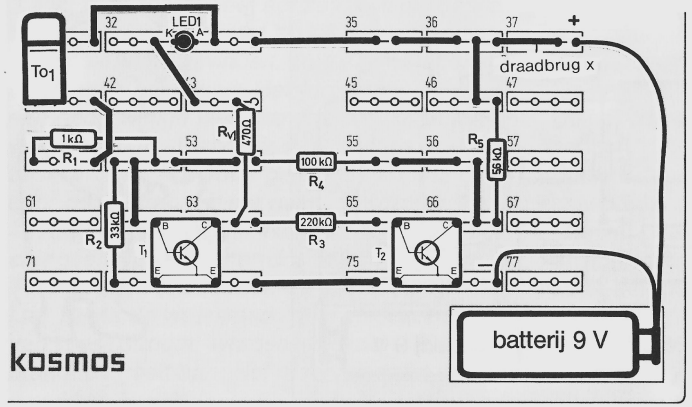
In de auto waarmee ze de volgende morgen naar het rekencentrum rijden, vertelt Smith: "Voor onze computerruimtes heb ik een kleine alarminstallatie gemaakt. De computers zijn immers duur en waardevol. Bovendien moeten we ervoor oppassen dat de in de grote computers opgeslagen gegevens niet in verkeerde handen terechtkomen."

"Een alarminstallatie? Dat klinkt interessant", merkt Bassie Briljant op.

"Het is waarschijnlijk het beste dat ik dat nu niet met veel woorden uitleg", meent Smith. "Het lijkt mij beter dat ik jullie heel kort de schakeling beschrijf. Je kunt die dan met de onderdelen uit je koffertje nabouwen."

"Akkoord", mompelt Bassie Briljant en haalt de onderdelen en de montageplaat uit zijn tas.





(57) Bassie Briljant zet de schakeling precies zo in elkaar zoals Smith het hem zegt. Voor alle zekerheid geeft Smith hem ook nog een opbouwschets, die volledig overeenkomt met de hier afgebeelde.

"Je hebt de batterij nog helemaal niet aangesloten", merkt Loepje op. "Daar zit hem nu juist de kneep", informeert Bassie Briljant hem. "Pas wanneer ik dat doe, wordt de installatie automatisch op 'scherp' gesteld, dat wil zeggen dat ze dan pas gereed is om ons voor ongewenste indringers te waarschuwen."

"En hoe treedt dat alarm dan in werking?". Loepje snapt het nog steeds niet helemaal.

"Lieve hemel, dat is toch overduidelijk!" roept Smith. "Aan de deur naar de computerkamer hebben we een klein kontakt aangebracht. Als je de deur ook maar een kiertje opendoet, sluit het kontakt en de elektronische schakeling reageert: in het wachtlokaal gaat de LED branden, de bewakers zijn gewaarschuwd en zij kunnen de nietsvermoedende inbreker in de kraag vatten."

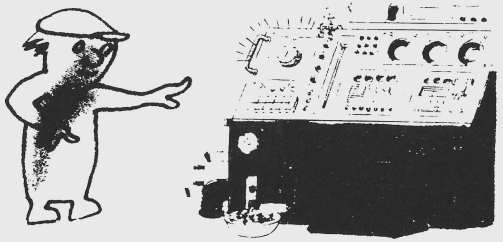
"Maar een ervaren inbreker zal natuurlijk meteen het deurkontakt ontdekken en de deur direkt weer dichtdoen", werpt Loepje tegen.

"En dat is nu juist de grote truuk van mijn schakeling: Dichtdoen van de deur is nutteloos. Als het alarm eenmaal afgegaan is kan het alleen nog maar bij de schakeling zelf uitgeschakeld worden, en die staat natuurlijk in het wachtlokaal."

(58) "Kijk, in plaats van het deurkontakt hebben we in de proef een toets ingebouwd. Als je die indrukt gaat de LED aan. Je kunt de toets nu loslaten of nog eens indrukken... Pas wanneer je de draadbrug x uittrekt wordt het alarm uitgeschakeld."

Deurbel met geheugen

"Bij mij thuis", vertelt Bassie Briljant, "heb ik ongeveer zo'n installatie. Maar die is niet met de deur maar met de deurbel verbonden."
"Wat heeft dat dan voor nut?" wil Loepje weten.
"Nou, ik weet dan meteen, of er iemand bij mij aan de deur is geweest. Als de LED brandt, dan is dat het geval. Ik kijk dan in de brievenbus om te zien of het bezoek misschien een briefje heeft achtergelaten", legt Bassie Briljant uit.
New York is een grote stad, daarom heeft Bassie Briljant genoeg tijd om de werking van de alarmen de deurbelschakelingen uit te leggen.



Bassie Briljant legt uit:

De hier gebruikte schakeling wordt ook wel flip-flop genoemd. De LED kan namelijk aangaan – flip! – en dan blijven branden en indien gewenst weer elektronisch uitgeschakeld worden – flop! – en uitgeschakeld blijven. Jullie zien dus dat deze schakeling twee 'stabiele toestanden' kent – de LED brandt of brandt niet. Deze toestanden veranderen nooit vanzelf maar altijd alleen door een uitwendige oorzaak. Zulk een schakeling noemt de vakman ook wel 'bistabiele schakeling' (bi = twee).

Intussen zijn de drie vrienden bij het rekencentrum aangekomen. Loepje is heel erg benieuwd, wat daar te zien is.

Computerlogika

Na de gebruikelijke kontrole bij de ingang gaan Smith, Bassie Briljant en Loepje het reusachtige gebouw binnen waar de computers zijn ondergebracht.
"Wat het meest verbaast bij deze machines", aldus Smith, "is dat het goed beschouwd tamelijk domme dingen zijn."
"En dat zeg jij, een computerexpert!" zegt Bassie Briljant daarop. "Zeker", geeft Smith als reden voor die uitspraak, "de computer kan alleen maar dingen verwerken, die je hem geeft, namelijk gegevens. En zelfs de manier waarop hij die gegevens moet verwerken, moet je hem tevoren in de vorm van een programma voorschrijven."

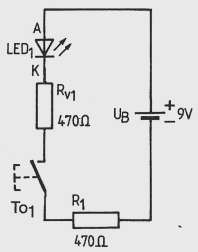
De werkingswijze is makkelijk te begrijpen, wanneer je voor ogen houdt dat hier steeds die transistor, die geleidt, de andere transistor ertoe brengt te sperren. Dus: Als T1 geleidt krijgt T2 geen basisstroom, omdat de totale stroom die door Rv gaat, naar de transistor T1 gaat en er voor de basis van T2 niets meer overblijft. Indien echter T2 geleidt, dan krijgt T1 geen basisstroom omdat T2 alle stroom opslokt.
Als geheugenelement in computers heeft de flip-flop een grote betekenis gekregen."

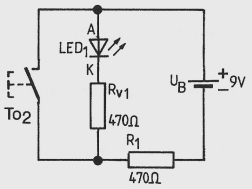
"Maar ze werken wel vreselijk snel", vindt Bassie Briljant. "Daar heb je gelijk in", geeft Smith toe. "Wat snelheid betreft zijn ze de mensen de baas."
"Het leuke is wel", vervolgt Bassie Briljant, "dat de logika, dus de regels die zulke computers bij hun werk gebruiken, heel eenvoudig is."

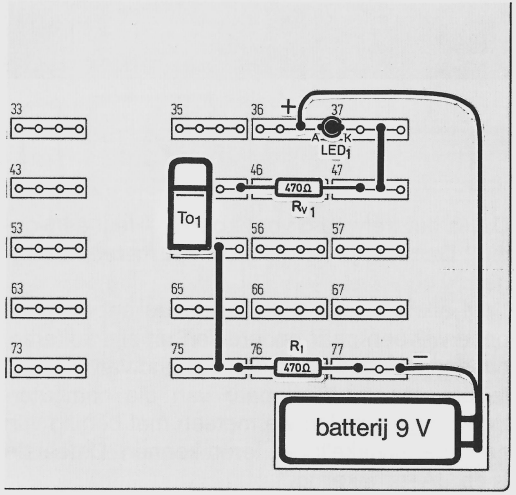
Dat is het trefwoord voor Loepje: "Heel eenvoudig? Dan kun je ze mij toch ook meteen uitleggen."
"Met alle plezier", zegt Bassie Briljant en haalt onderwijl een paar onderdelen uit zijn koffertje, om daarmee zijn uitleg aan de hand van proeven te bevestigen. "Een paar van die computerlogika-regels zullen we meteen met behulp van een paar schakelingen leren kennen. De eerste is de 'JA'-schakeling."

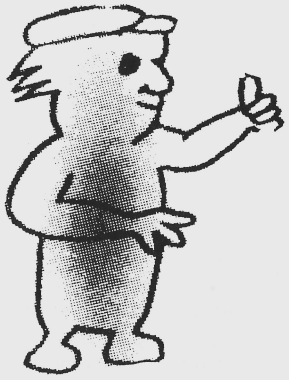
De JA-schakeling

(59) Bassie Briljant zet de schakeling op de afgebeelde manier in elkaar. "Dat is al het eerste principe", legt Smith uit. "Als je nu op de toets To drukt, dan brandt de LED, druk je niet, dan brandt er ook niets."
"Mag ik het eens anders zeggen?" vraagt Loepje en probeert meteen zichzelf de schakeling uit te leggen. "Die logika gaat toch als volgt: Als het regent, word ik nat. Of algemener: Wanneer een bepaalde voorwaarde vervuld is, dan volgt een bepaalde gebeurtenis."
"Heel goed, Loepje", prijst Smith hem. "Je hebt de goede draad te pakken. We stappen meteen over naar de volgende schakeling. Het principe van die schakeling is: Als de zon schijnt, word ik niet nat. Dat noemt men een NIET-schakeling."



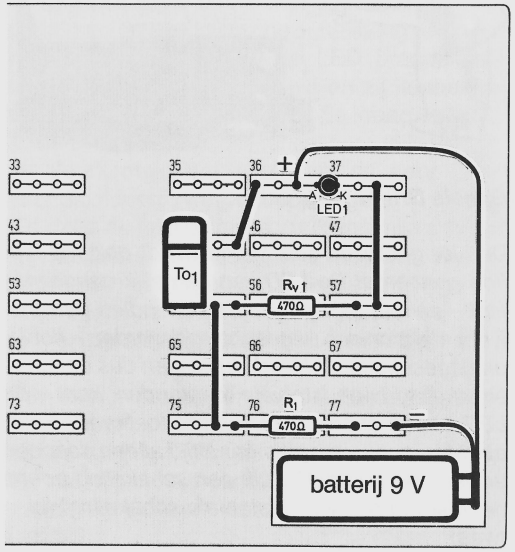






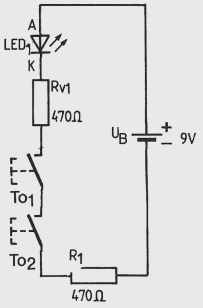
De NIET-schakeling

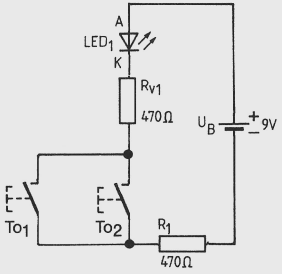
(60) En Smith maakt de NIET-schakeling die we hier getekend hebben. Loepje probeert ze meteen uit: Druk je op de toets, dan brandt de LED niet. Druk je niet op de toets, dan brandt de LED. "De logische verbinding hier luidt dus: Gebeurt het ene, dan gebeurt het andere niet", verduidelijkt Bassie Briljant.
Loepje dringt aan: "Prima, dat heb ik nu begrepen. Nu wil ik ook de volgende schakeling zien."
"Komt voor elkaar", zegt Smith.



De EN-schakeling

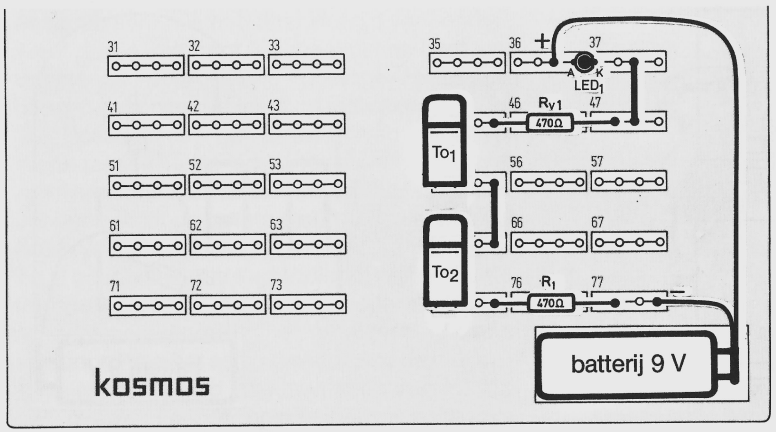
(61) Hij maakt de EN-schakeling op de getekende wijze.
"Hierbij geldt de volgende logische verbinding", legt Smith uit. "Er gebeurt alleen dan iets, wanneer zowel toets To1 als toets To2 ingedrukt zijn. In alle andere gevallen brandt de LED helemaal niet."
"Als ik het goed bergrijp zit het zo", zegt Loepje, "als het regent **en** ik ben buiten, dan word ik nat."
"Ja", bevestigt Bassie Briljant Loepjes konklusie, "er moeten twee voorwaarden vervuld zijn opdat er een bepaalde gebeurtenis volgt."
"Tot nu toe was dat allemaal vrij eenvoudig", zegt Loepje opgewekt. "Gaat het zo door?"
"De vierde logische verbinding die in computers een rol speelt, is de OF-schakeling", zegt Smith daarop.

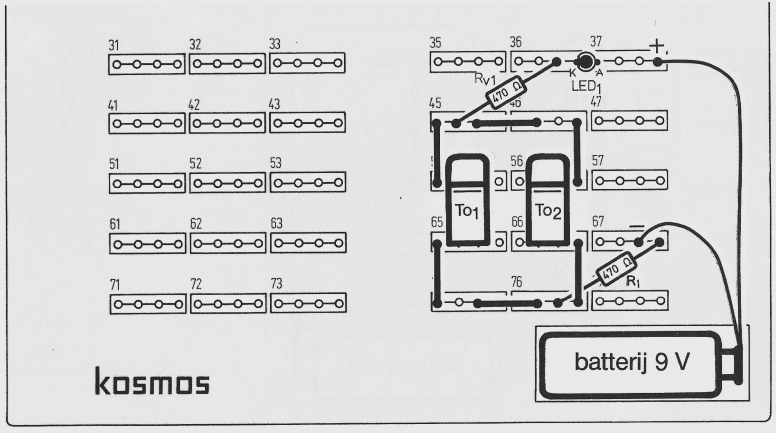




De OF-schakeling

(62) Hij zet die schakeling ook meteen in elkaar en wel zoals op de tekening is aangegeven.
"Ik geloof, dat ik het doorheb", denkt Loepje hardop. "De LED gaat aan wanneer ofwel de eerste toets To1 **of** de tweede toets To2 ingedrukt wordt."
"En de LED brandt ook wanneer beide toetsen gelijktijdig ingedrukt zijn", vult Bassie Briljant aan.
"Mag ik nog eens mijn regen-voorbeeld erbij halen?" vraagt Loepje. "Ik kan zo kijken of ik het goed gesnapt heb. Dus: Wanneer ik ofwel in de regen **of** onder de douche sta – natuurlijk ook wanneer de stromende douche in de regen staat – dan word ik nat."
"Juist", bevestigt Smith die gedachtengang. "In het algemeen: Indien ofwel de ene **of** de andere (ofwel alletwee) voorwaarde vervuld is, dan volgt een resultaat."



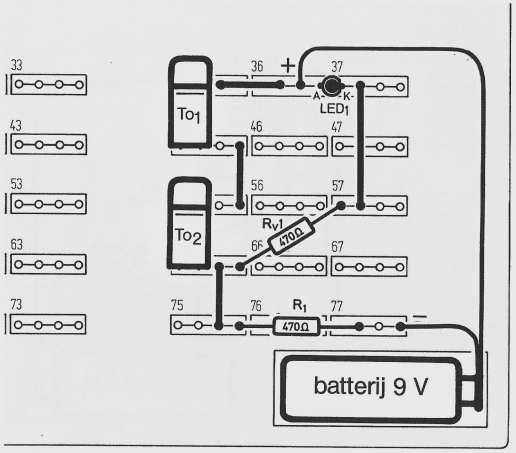


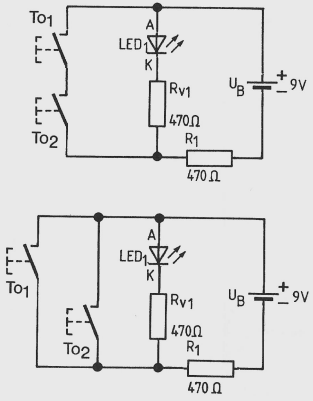
De NEN-schakeling

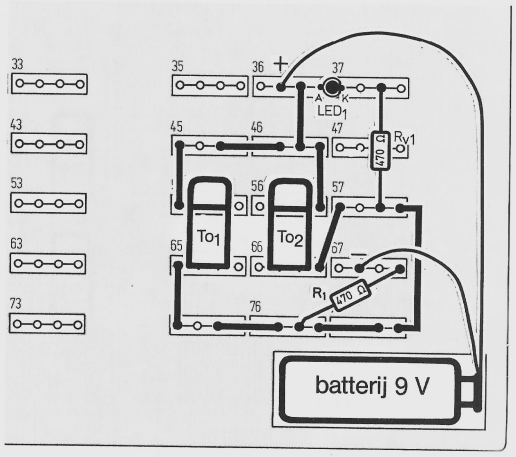
(63) Bassie Briljant zet de vijfde schakeling in elkaar. Deze NEN-schakeling ziet er precies zo uit als op de tekening.
"En wat kan deze schakeling?" wil Loepje weten.
"Dit is het tegenovergestelde van de EN-schakeling", legt Smith uit. "Ik wil dat met een nieuw voorbeeld verklaren: Als je lui bent **en** de leraar let goed op, dan ga je **niet** over. Aan allebei de voorwaarden moet voldaan zijn om je niet te laten overgaan. Want: luiheid alleen is niet genoeg, als je leraar niet oplettend genoeg is om dat te merken. Maar als de leraar oplet en jij bent niet lui, dan is er geen reden waarom jij niet over zoudt gaan."
"Dan", zo meent Loepje, "gaat de LED alleen dan uit, wanneer allebei de toetsen, To1 **en** To2 ingedrukt zijn. In alle andere gevallen moet de LED branden."
"Precies", zegt Smith daarop.
"Wil ik je nu nog de zesde logische schakeling laten zien?"

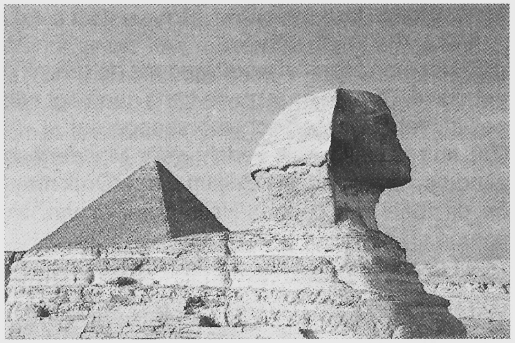
De NOF-schakeling

(64) Smith zet nu volgens de tekening de NOF-schakeling in elkaar.
"Ook de logika van deze schakeling laat zich eenvoudig verklaren", zo zegt hij. "Zij is het tegendeel van de OF-schakeling. Ik geef ook hiervoor een logika-voorbeeld: Wanneer je lui bent **of** wanneer je steeds spijbelt, ga je **niet** over. Maar ook alleen luiheid is al voldoende, dat je blijft zitten. Net zo zou alleen het spijbelen voldoende reden zijn, je niet te laten overgaan. Dus: Het indrukken van één enkele toets is voldoende om in de schakeling het licht te laten uitgaan."







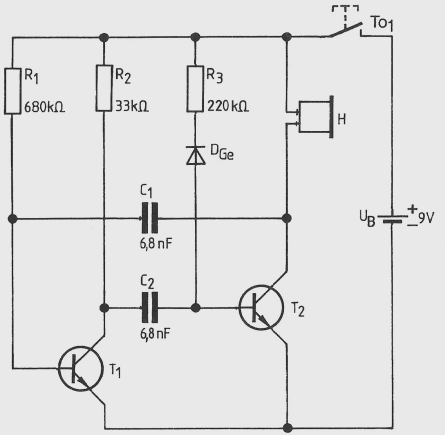


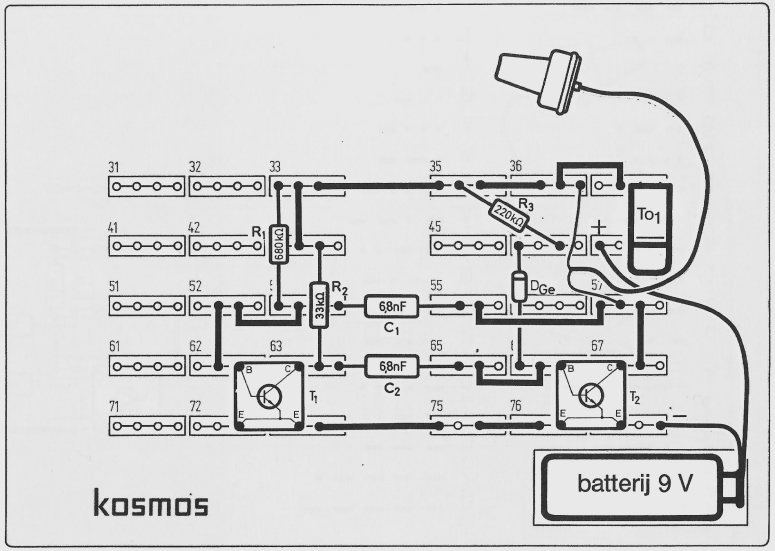
6. De reis naar Egypte

Bassie Briljant heeft een geheimzinnig telefoontje van zijn vriend Modderman uit Egypte gekregen, die archeoloog is. "Wat is eigenlijk een archeoloog?" wil Loepje weten. "Dat is iemand die in de grond naar resten van reeds lang vervlogen tijden zoekt. Die oude Modderman zit met een probleem... Ik heb daar wat tijd voor nodig... Weet je wat we doen, we gaan met de boot naar Egypte, dan duurt de reis wat langer zodat ik tijd heb om over het probleem na te denken."
"Bij Poseidon en de Geesten van de Zeven Wereldzeeën! Jullie landrotten zullen eens opkijken van al die elektronika die wij hier aan boord hebben", lacht de eerste stuurman, wanneer de twee aan boord gaan.
En ja hoor, van radar tot echolood, van het besturingspaneel tot de navigatieapparatuur, van scheepsmobilofoon tot telegraafzender, overal aan boord van het schip bevindt zich de modernste elektronika. Op de kommandobrug zien zij een overweldigende hoeveelheid schakelaars, knopjes en kontrolelampjes. Verward zegt Loepje: "Als ik nu eens op deze toets druk, wat gebeurt er dan?" "Die toets", zegt de kapitein lachend, "is voor de misthoorn. Maar momenteel is de lucht glashelder. Laat Bassie Briljant voor jou ook maar een elektronische misthoorn maken." Bassie Briljant gaat enthousiast op dat voorstel in.

De misthoorn

(65) Hij bouwt een toongenerator, die geluiden produceert als een misthoorn. Hoe het apparaat er uitziet, zie je op de tekening.



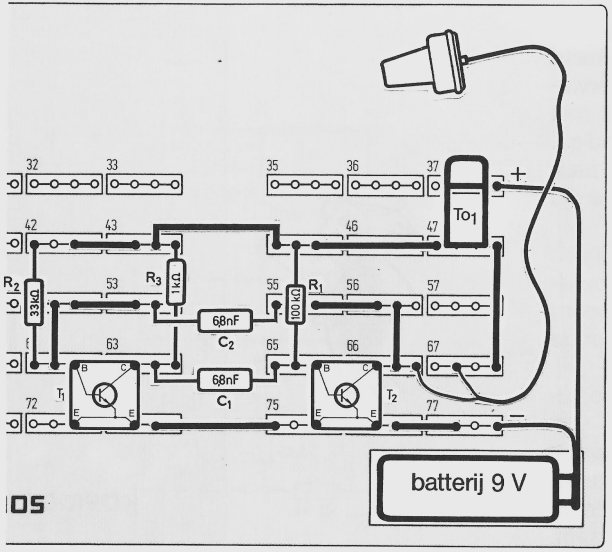


"Dat klinkt net echt", bevestigt Loepje nadat hij op de toets heeft gedrukt. En de stuurman maakt hen erop attent dat lage tonen veel verder dragen dan hoge.
Loepje is het liefst in de kamer van meneer Piep, de radiotelegrafist. "Nog steeds moet elke radiotelegrafist morsetekens kunnen uitzenden", vertelt meneer Piep. "Morsetekens bestaan uit een reeks korte en lange toontjes. Het in de hele wereld bekende noodsignaal SOS luidt in morse: kort-kort-kort/lang-lang-lang/kort-kort-kort. Ik heb hier voor jullie het hele morsealfabet opgeschreven:

a	·–	o	–––
b	–···	p	·––·
c	–·–·	q	––·–
ch	––––	r	·–·
d	––·	s	···
e	·	t	–
f	··–·	u	··–
g	––·	v	···–
h	····	w	·––
i	··	x	–··–
j	·–––	y	–·––
k	–·–	z	––··
l	·–··	ä	·–·–
m	––	ö	––– ·
n	–·	ü	··––
1	·–––––	6	–····
2	··–––	7	––···
3	···––	8	–––··
4	····–	9	––––·
5	·····	0	–––––

vraagteken	··––··
punt	·–·–·–
komma	––··––
begin zenden	–·–·–
einde zenden	·–·–·
haakje openen	–·––·–
haakje sluiten	–·––·–
breukstreep	–··–·
koppelteken	–····–
dubbele streep	–···–
wachten	·–···
begrepen	·–·
verzoek om te seinen	–·–
vergissing	········

"Loepje moest ook maar eens het seinen van morsetekens oefenen", vindt Bassie Briljant. "We bouwen eerst eens een morsetoestel."



Morsetoestel

(66) Het morsetoestel wordt volgens de tekening gebouwd. Bij elke druk op de toets geeft het een geluid, net als bij een echt morseapparaat.
"Nu kun je eens een bericht voor Modderman zenden", vraagt Bassie Briljant hem. "Druk maar op de toets het bericht 'Hallo Modderman, wij komen eraan'."
(67) Loepje seint het bericht naar Modderman:

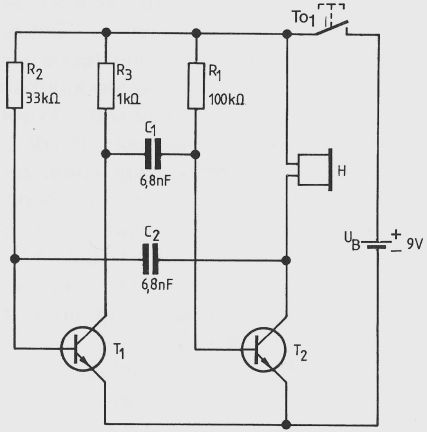
HALLO MODDERMAN WIJ KOMEN

···· ·– ·–·· ·–·· ––– ––– –·· ––– ––· ·

·–· ––· ·– ––· ·––· ··

·––– –·– ––– ––· ·

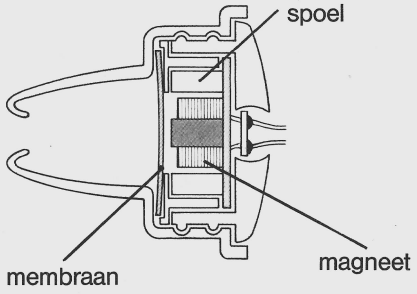
–· · ·–· ·– ·– –·



"Het is toch eigenlijk vreemd dat een elektrische stroom geluid kan maken," peinst Loepje nadat hij zijn morsekennis heeft getoond. "Helemaal niet", antwoordt Bassie Briljant. "Je moet alleen erover nadenken, wat er eigenlijk elektrisch gezien gebeurt. Dan is het heel simpel."

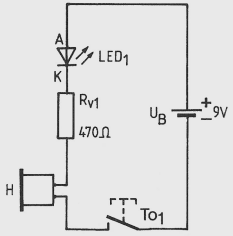
Bassie Briljant legt het uit:

"Laten we eerst eens de oortelefoon bekijken. Die heeft binnenin een kleine op een potje lijkende magneet, een heel kleine spoel en een plaatje, dat men membraan noemt (zie tekening). Het membraan zit op de magneet als een deksel op een pot. Het membraan wordt door de magnetische kracht vastgehouden. We proberen nu eens uit wat er gebeurt, wanneer we de spoel van de oortelefoon in een stroomkring plaatsen."

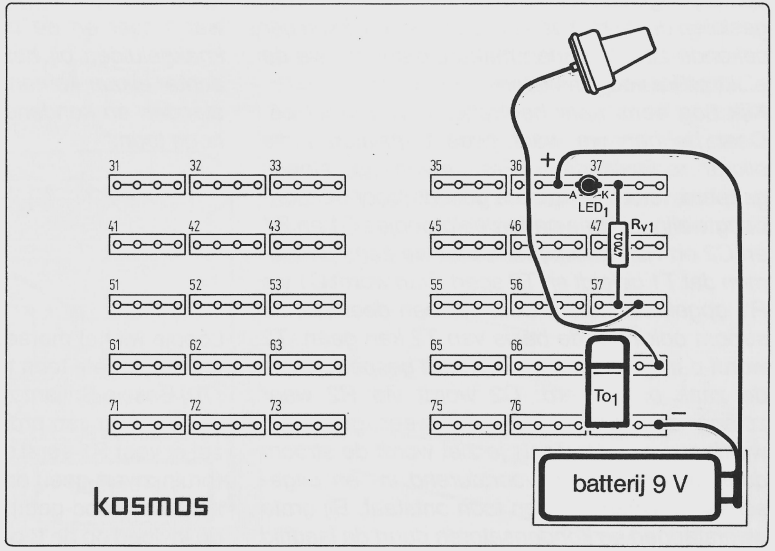


(68) Bassie Briljant zet de schakeling met de oortelefoon in elkaar. Bovendien voegt hij er nog een LED aan toe als kontrole, zodat je kunt zien wanneer er stroom is.
Loepje drukt op de toets: De LED gaat aan en in de oortelefoon hoor je een verdacht geknak. Hij laat de toets los en opnieuw is er een knakgeluid in de oortelefoon te horen.

(69) "Je moet nu eens de aansluitingen van de oortelefoon verwisselen. We gaan eens kijken wat er gebeurt, als je de stroom andersom door de spoel laat lopen."



Loepje trekt de aansluitingen van de oortelefoon eruit en steekt ze omgekeerd weer in de schakeling. Het indrukken en loslaten van de toets levert hetzelfde knakgeluid op als bij de vorige proef."



Bassie Briljant legt uit:

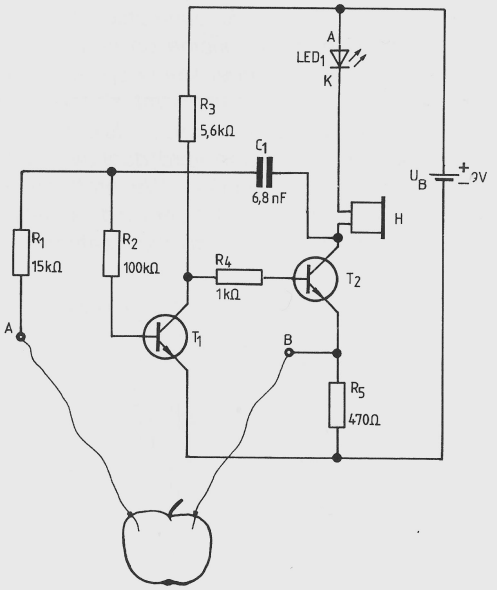
"Als er een stroom door de spoel van de oortelefoon gaat dan wordt de spoel magnetisch. Bij het inschakelen van de stroomkring wordt daardoor het membraan bliksemsnel naar binnen getrokken of naar buiten gedrukt – dat hangt af van de richting van de stroom. Bij het uitschakelen gaat ze dan weer snel terug. En die membraanbeweging hoor je als knakgeluid.
Als je nu tonen wilt opwekken dan moet je ervoor zorgen, dat de knakgeluiden elkaar snel, héél snel opvolgen – het menselijk oor neemt dat dan als toon waar. Met snel bedoel ik dan tussen de zestien en de zestienduizend knakken per sekonde. Ons morsetoestel maakt ongeveer 5000 knakken per sekonde. Daarmee wordt al een vrij hoge toon opgewekt. Het is volkomen uitgesloten dat je met een toets zoveel knakken per sekonde zoudt kunnen maken, dat laten we de elektronika voor ons doen.
Kijk nog eens naar het schema van proef 66. Daar hebben we weer twee transistoren die elkaar beïnvloeden. Een ervan is steeds gesperd, terwijl de andere geleidt. Voor de toonhoogte zijn de twee onderdeelgroepjes C1 en R1 en C2 en R2 beslissend. Laten we eens aannemen dat T1 geleidt en T2 spert. Dan wordt C1 via R1 opgeladen totdat door R1 een deel van de stroom ook naar de basis van T2 kan gaan. T2 wordt dan geleidend en T1 wordt gesperd. Nu is de zaak omgekeerd: C2 wordt via R2 weer zolang opgeladen totdat T1 weer geleidend wordt enzovoorts. Zoals je ziet wordt de stroom door de oortelefoon voortdurend in- en uitgeschakeld, waardoor een toon ontstaat. Bij grote weerstanden en kondensatoren duurt de laadtijd

wat langer en de toon wordt lager, omdat de knakgeluiden bij het omschakelen niet zo snel achter elkaar komen. Kies je echter kleine weerstanden en kondensatoren dan ontstaat er een hoge toon."

Loepje wil het morsetoestel nog wat veranderen om een lagere toon te krijgen.
(70) Bassie Briljant zet het morsetoestel volgens de tekening van proef 66 nog eens in elkaar en zet er voor R1 eerst een weerstand van 100 kΩ in (bruin-zwart-geel) en vervolgens eentje van 220 kΩ (rood-rood-geel). Daarmee demonstreert hij de invloed op de toonhoogte.

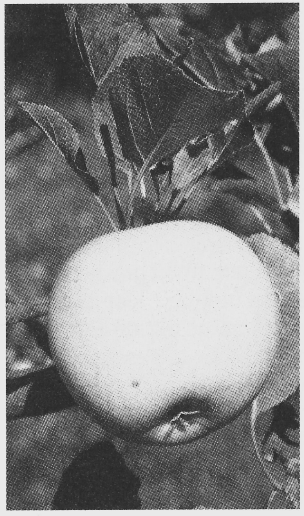
Hoe klinkt een appel?
Een elektronisch muziekinstrument

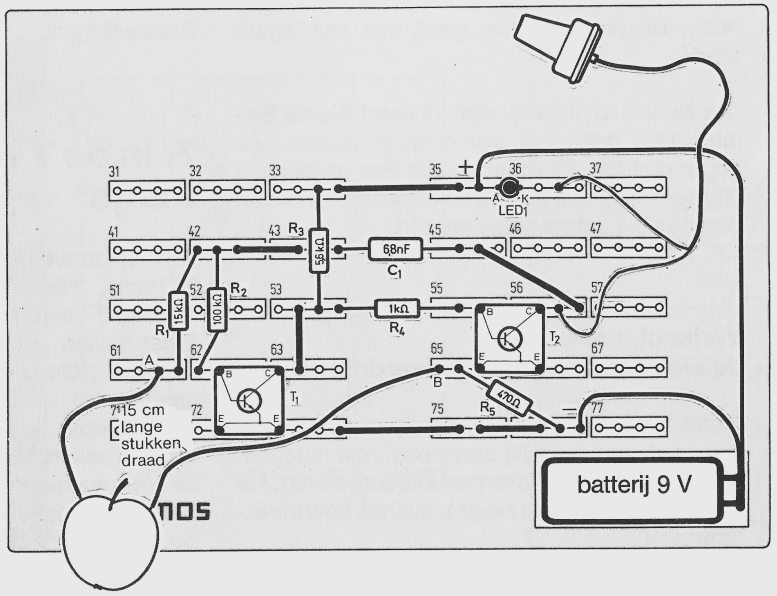
De radiotelegrafist Piep die tot dan vrij stil en bedeesd was, wordt ineens heel levendig. "Ik heb ook iets uitgevonden", zegt hij geheimzinnig. "Een helemaal te gek elektronisch muziekinstrument. Hier is het schema."
(71) Hij zet zijn 'muziekinstrument' volgens de tekening in elkaar. Dan houdt hij de twee blanke einden van de draden A en B tegen elkaar.
"Nou ja, je hoort wel een toon", zegt Loepje, die de oortelefoon heeft gepakt, "maar muziek is toch weer heel iets anders."



"Ja, maar het mooiste komt nog!" roept Piep uit. Hij haalt een appel uit zijn broodtrommeltje. "De appel gaat muziek maken!"
Bassie Briljant en Loepje kijken elkaar veelbetekenend aan, maar Piep voert zijn proef heel serieus uit.
(72) Hij steekt de twee blanke draadeinden in de appel, de ene keer dieper, de andere keer minder diep.
"Niet te geloven!" roept Loepje verbaasd uit. "De toonhoogte verandert met het veranderen van de diepte van de draden in de appel. Zo kun je een echt deuntje maken!"
"De uitvinding van meneer Piep", zo verklaart Bassie Briljant, "wijkt een beetje van de gebruikelijke toongeneratorschakelingen af. Hij past slechts één enkele kondensator toe, die via de appel en R1 wordt opgeladen en ook weer wordt ontladen. De appel funktioneert hier als een weerstand die je kunt veranderen: door het veranderen van de diepte van de draden in de appel verandert ook de weerstand en daarmee ook de toonhoogte.
Overigens: Is het jullie al opgevallen dat de LED zo merkwaardig donker brandt? Dat komt omdat de LED samen met de oortelefoon zo waanzinnig snel in- en uitgeschakeld wordt – zo snel, dat je de LED met het blote oog niet eens meer ziet knipperen."

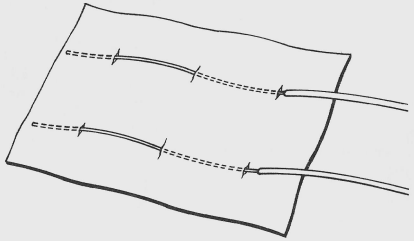
De proef lukt het beste met nieuwe batterijen!





Hij fluit bij neerslag: de akoestische regenmelder

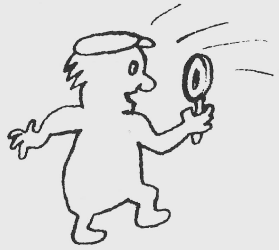
Bassie Briljant en Loepje zijn in Egypte aangekomen en zitten nu bij hun vriend Modderman in het woestijnkamp van de archeologen. Modderman wist het zweet van zijn voorhoofd. "Die droogte hier in de woestijn wordt nog eens mijn dood", kreunt hij. "Maar stel je voor: Pas nog heeft het eindelijk eens geregend. Uitgerekend op dat moment was ik bezig een kinderratel uit de tijd van de farao's te onderzoeken, waarbij ik in slaap gevallen was. Daardoor heb ik de regen gemist. En dat terwijl ik zo graag weer eens goed in de regen had willen zitten..."
"Wat jij nodig hebt is een elektronische regenmelder. Die ziet er precies zo uit als de opbouw van proef 71."
Bassie Briljant zet een elektronische regenmelder in elkaar zoals hier is afgebeeld.
"Dat is toch de 'appelschakeling' van Piep", fluistert Loepje. "Dat geeft toch niet", fluistert Bassie Briljant terug. "Een geniale geest ziet steeds weer nieuwe toepassingsmogelijkheden."
Bassie Briljant neemt de losse einden van de draden A en B, die hij door een strook vloeipapier vlecht, zoals de afbeelding laat zien.



"Er gebeurt helemaal niets", meldt Loepje, die naar de oortelefoon luistert. "Hoe zou het ook anders kunnen", zegt Bassie Briljant. "Het regent immers niet. Maar we zullen eens doen alsof... Haal eens een glas water."
(73) Bassie Briljant maakt het vloeipapier voorzichtig nat, zodat het zich langzaam volzuigt.
"Het regent!" roept Loepje enthousiast. "Dat harde geluid moet je wel horen. Dat is precies het apparaat voor Modderman!"
"Eigenlijk heb ik jullie voor twee andere problemen hierheen geroepen: de archeologische vondsten en de muggen."
"Vondsten? Muggen?" vragen Bassie Briljant en Loepje tegelijk.

Weerstanden worden hoorbaar: Het meten van het elektrisch geleidingsvermogen

"Nou, laten we maar eens met het probleem van de vondsten beginnen. Als je bij opgravingen iets vindt is het belangrijk te weten, of het betreffende voorwerp van metaal is. Maar vaak kan ik dat helemaal niet beslissen."



"Aha", zegt Bassie Briljant, "jij hebt een apparaat nodig, dat elektrisch geleidingsvermogen aantoont. Zoals bekend geleiden alle metalen de elektrische stroom. We gebruiken weer de schakeling van proef 71."
(74) Modderman houdt de blanke einden van de schakeling, die we al bij de regenmelder en het muziekinstrument hebben gebruikt, tegen een stuk papier, vervolgens tegen een stuk kunststof en ook nog tegen een stuk hout.
"De oortelefoon geeft geen enkel geluid", legt Bassie Briljant uit. "Daaruit kunnen we konkluderen dat deze voorwerpen de elektrische stroom niet geleiden."
(75) Modderman pakt nu een muntstuk, een sleutel en een vulling van een vulpotlood als testvoorwerpen.
Bij de voorwerpen van metaal is de toon heel hoog. De potloodvulling geeft een iets lagere toon.

"De zaak mag duidelijk zijn", doceert Bassie Briljant. "Hoe beter het geleidingsvermogen, hoe hoger de toon. Blijkbaar geleidt een potloodvulling de elektrische stroom ook, ofschoon metalen ongetwijfeld betere geleiders zijn."

Verjaagt insekten: de elektronische muggenverdrijver

Modderman draait er een beetje omheen: "Die muggen", zo begint hij aarzelend, "die muggen, daar worden we hier allemaal knettergek van. Als het echt mooi weer is zie je 's avonds hele insektenwolken."
"Men beweert", zo zegt Bassie Briljant, "dat heel hoge tonen die plaaggeesten verjagen. Daarvoor moeten we toch ook nog wel op een idee komen."
(76) Bassie Briljant neemt nogmaals de schakeling van proef 71, trekt daaruit de weerstanden R3 van 5,6 kΩ (groen-blauw-rood) en R1 van 15 kΩ (bruin-groen-oranje) en zet in de plaats van R1 de weerstand van 5,6 kΩ en op de plaats van R3 de weerstand van 15 kΩ. Bovendien verbindt hij de twee punten A en B door middel van een draadbrug.
"Ik hoor nu echt een héél, héél hoge toon", meldt Loepje. "Daarmee moest het toch eigenlijk lukken, die muggen te verdrijven."
Modderman is stomverbaasd. "Het is toch niet te geloven wat je met elektronika allemaal kunt doen. Maar ehh, je hebt er af en toe wel wat fantasie voor nodig", zegt hij met een knipoog naar Bassie Briljant.

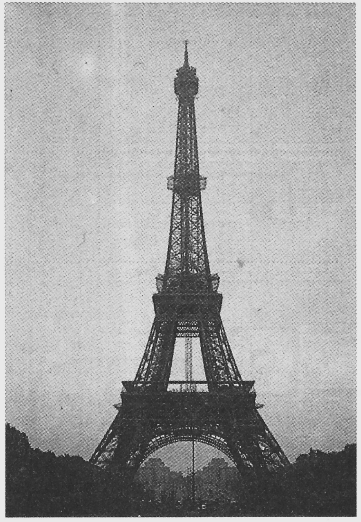
7. In de TV-studio's van Parijs

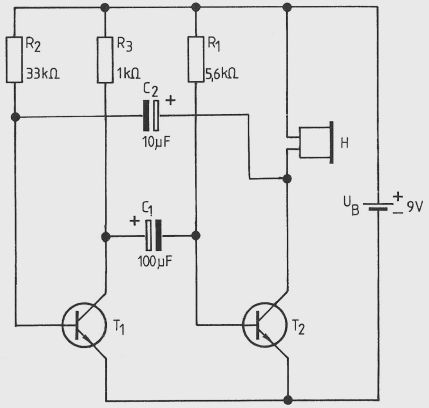
"Ons volgende reisdoel", legt Bassie Briljant uit, "is Parijs." "Ha fijn!" zegt Loepje blij. "In de hoofdstad van Frankrijk ben ik nog nooit geweest."
Eerst maken ze met de bus een kleine rondrit door die grote en mooie stad. "Bij de Eifeltoren moeten we uitstappen", zegt Bassie Briljant tegen Loepje. "Ik heb namelijk voor ons tweetjes een bezoekerspas voor de TV-studio's hier om de hoek gekregen."
"Dat is prachtig!" roept Loepje uit. "En wat kunnen we daar zien?" "Dat weet ik ook nog niet zo heel

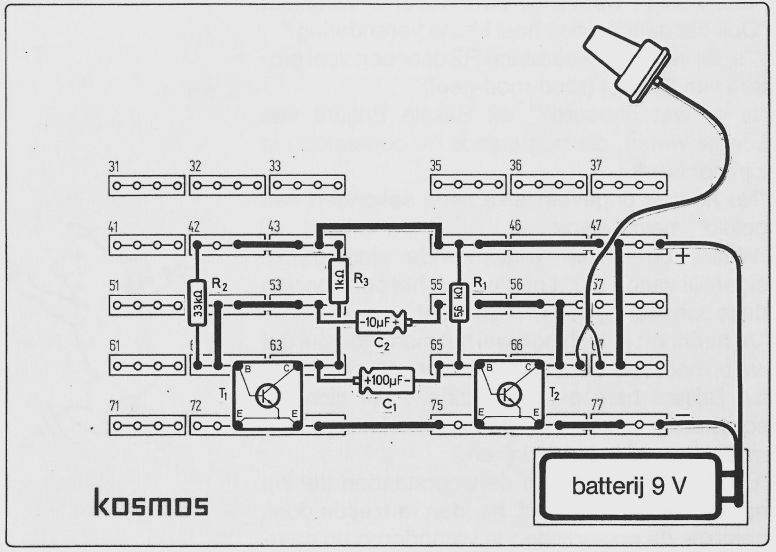
precies", moet Bassie Briljant toegeven. "We zullen ons maar eens laten verrassen met wat ze ons laten zien."
Ze komen op het studioterrein. "Wie gaat ons hier rondleiden?" vraagt Loepje. "Zo helemaal alleen vinden we op dit reusachtige terrein nooit de weg."
"Is ook helemaal niet nodig", stelt Bassie Briljant hem gerust. "Tijdens mijn opleiding voor ingenieur heb ik immers een paar elektronika-vakmensen leren kennen. Daaronder was een vrouw die haar vak uitstekend beheerste. Zij werkt nu bij de televisie, waar ze voor de elektronische apparaten verantwoordelijk is."
"Is dat die mevrouw?" fluistert Loepje, als er een vrouw in een witte jas op hen toe loopt. "Ja, dat is ze", antwoordt Bassie Briljant. "Hallo, mevrouw Kabel!" roept hij haar toe. "Wij zijn hier!"
Zij verheugen zich allebei heel erg. "Joh! Bassie! Weet je nog ..." Zo praten ze eerst wat bij over wat de andere medestudenten zo allemaal doen.
"Zo, genoeg geklessebest", zegt mevrouw Kabel na een poosje. "Ik moet weer eens aan het werk. Gaan jullie mee naar de studio?"
"Natuurlijk, als dat mag ...", zegt Loepje bescheiden. "Wat is er momenteel te doen?"
"Weet je", zegt mevrouw Kabel, "we nemen juist een popgroep op."
"Maar dat is spannend!" Loepje is helemaal verrukt.
"Je moet het maar niet verder vertellen", fluistert mevrouw Kabel. "De muziek die die groep maakt, knalt er wel zo uit, maar die muzikanten kunnen geen maat houden. Daarom heb ik voor hun een elektronisch apparaat gemaakt, dat de maat aangeeft."

Ritme: de elektronische metronoom

"Een elektronische metronoom?" vraagt Bassie Briljant geïnteresseerd. En tegen Loepje zegt hij: "Zo noemen ze namelijk apparaten die de maat aangeven."
"En hoe heeft U dat gedaan?" vraagt Loepje aan mevrouw Kabel. "Heel simpel", antwoordt zij en haalt een schema tevoorschijn, "precies zo!"
"Bassie, dat kunnen wij toch ook maken", smeekt Loepje. "Maar zeker", zegt Bassie Briljant instemmend. "Probeer jij het eens?"
(77) Met de onderdelen uit het koffertje bouwt Loepje de metronoom zoals hij op het schema van mevrouw Kabel is getekend – en dat komt overeen met het hier afgebeelde schema.

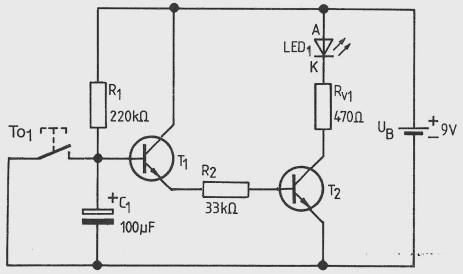


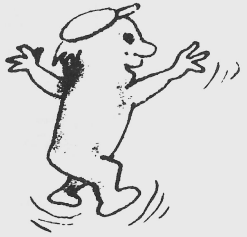




"Uitstekend, het knakt nu wat vaker dan één keer per sekonde", stelt Loepje tevreden vast. En mevrouw Kabel die ook heel veel verstand heeft van muziek, vertelt: "In de klassieke muziek noemen ze dit tempo 'largo'."
"En als die muzikanten nu sneller moeten spelen", vraagt Loepje. "Wat dan?". "Dan is er maar een heel kleine aanpassing vereist", zegt mevrouw Kabel.

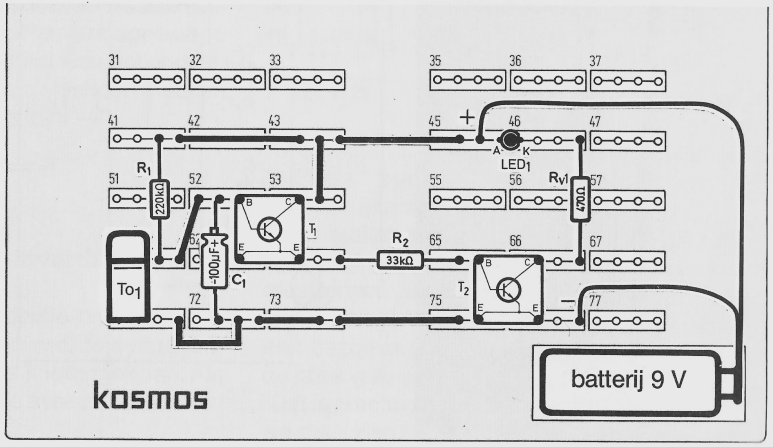
(78) Zij verwisselt de weerstanden R1 van 5,6 kΩ (groen-blauw-rood) en R3 van 1 kΩ (bruin-zwart-rood) met elkaar.
"Schitterend!" roept Loepje blij uit. "Nu geeft het apparaat ongeveer drie keer per sekonde een geluid. Dat is eerder wat voor snelle muziek."
"Af en toe heb je ook een héél, héél langzaam ritme nodig", weet mevrouw Kabel te vertellen. "Ook dat gaat na een heel kleine verandering."
(79) Zij vervangt weerstand R2 door een veel grotere van 220 kΩ (rood-rood-geel).
"Is er wat gebeurd?" wil Bassie Briljant van Loepje weten, die nog steeds de oortelefoon in zijn oor heeft.
"Nu hoor ik ongeveer elke twee sekonden een geluid", meldt Loepje.
"Waar komen die verschillende slagtempo's eigenlijk vandaan?" Loepje heeft het principe van deze schakeling nog niet gesnapt.
"Je herinnert je toch nog wel het morsetoestel dat we op het schip hebben leren kennen", geeft Bassie Briljant hem als aanwijzing. (Wie zich die schakeling niet meer precies herinnert moet maar eens bij proef 66 kijken.)
"En de wijzigingen van de weerstanden die we net uit hebben gevoerd, hadden hetzelfde doel, namelijk de oplaadtijden te veranderen en daardoor ook de snelheid van de 'knakreeksen' in de oortelefoon", zegt mevrouw Kabel tot slot van haar verklaring. Met zo'n magnifiek apparaat speelt de popgroep beter dan ooit. Iedereen is tevreden.



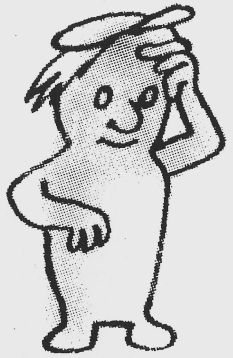


Elektronische quizklok

"In studio 8 begint dadelijk de populaire quiz 'tempo, tempo' met Wilma Ruis", zegt mevrouw Kabel. "Om een ongestoord verloop van de quiz te verzekeren heb ik een geniaal apparaat gekonstrueerd: een quizklok. Die klok geeft de tijd aan, die de kandidaten voor de beantwoording van een vraag hebben. Ik laat jullie zien, hoe dat apparaat in elkaar gezet moet worden."
Met de onderdelen uit het koffertje van Bassie Briljant bouwen we deze eenvoudige schakeling 'elektronische quizklok' precies volgens de tekening.
Intussen is er al een grote aandrang van bezoekers bij de ingang van de studio waar de show wordt opgenomen: Mikrofoons worden aangebracht, de belichtingsmensen installeren de schijnwerpers en de kandidaten zijn al tamelijk zenuwachtig.



"Ik denk", fluistert mevrouw Kabel om de anderen niet te storen, "dat we de klok zo vlak voor de uitzending nog eens moesten testen."
"Doen we", zegt Loepje bereidwillig.
(80) Hij drukt op de toets en de LED gaat uit. Na ongeveer vijf sekonden gaat de LED weer aan.
"Nou, dat gaat prima." Mevrouw Kabel is tevreden. "Wat mij betreft kunnen we beginnen."
De opnameleider roept: "Attentie! Stilte! De uitzending begint over tien sekonden."
Alles verloopt vlekkeloos. De kandidaten en de quizleidster Wilma zijn in vorm. De kandidaten geven bijna steeds het juiste antwoord voordat het lampje weer gaat branden.
Zoals niet anders te verwachten was is mevrouw Kabel ook dit keer weer tevreden over haar kleine apparaatje. Honderdduizenden hebben er weer geboeid naar zitten staren.
"Na de volgende muzikale onderbreking komt de beroemde 'Supertempo-ronde'", vertelt mevrouw Kabel zachtjes. "Dan moeten de kandidaten nog veel sneller zijn. Ze hebben dan maar twee tot drie sekonden de tijd voor hun antwoord."
"Maar dan moet U toch de klokschakeling nog veranderen", roept Loepje verschrikt uit. "Geen paniek", zegt mevrouw Kabel heel rustig. "Voor deze tweede ronde heb ik alles al voorbereid."
(81) Zij haalt de weerstand R1 van 220 kΩ (rood-rood-geel) uit de schakeling en vervangt die door een weerstand van 100 kΩ (bruin-zwart-geel).
Loepje drukt even op de toets To. De LED gaat uit en begint na ongeveer 2 sekonden weer te branden. De quizklok van mevrouw Kabel voldoet ook uitstekend gedurende de 'Supertempo-ronde'. De uitzending nadert haar einde. De winnaar staat vast. Bassie Briljant heeft dus weer gelegenheid om een paar verklaringen te geven.

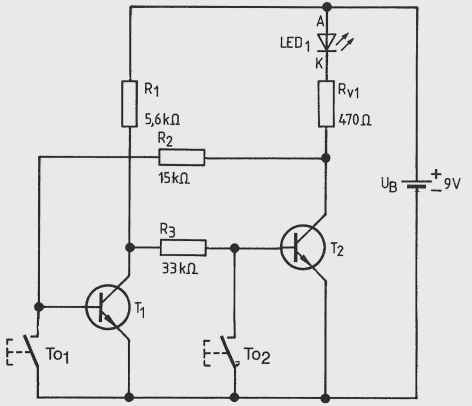


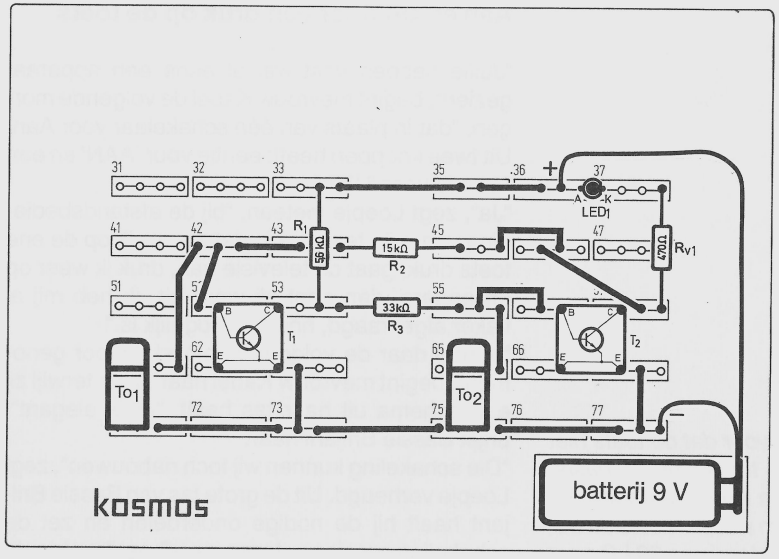
Bassie Briljant verklaart:

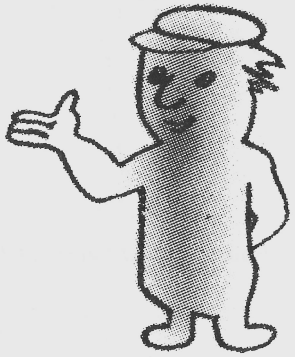
"Stellen wij ons eerst eens voor dat de toets niet is ingedrukt. Dan krijgt de transistor T1 basisstroom via weerstand R1 en wordt daardoor dus geleidend. De emitterstroom wordt – zoals duidelijk te zien is – via een weerstand van 33 kΩ naar de basis van T2 geleid. Ook deze transistor wordt dus geleidend en de LED gaat branden.
Nu drukken we – in gedachten – eens op de toets. Twee dingen gebeuren dan: In de eerste plaats wordt de basis van T1 met de minpool van de batterij verbonden. We weten al meteen wat er dan gebeurt: T1 spert en natuurlijk ook T2 – de LED gaat uit.
Zo, en nu laten we de toets weer los. De stroom door de weerstand R1 gaat nu voornamelijk naar de lege kondensator. Voor de basis van T1 blijft voorlopig niets over. Na een poosje echter, wanneer de kondensator weer grotendeels opgeladen is, wordt de laadstroom minder, dit leidt ertoe dat weer stroom naar de basis van T1 kan gaan. T1 wordt weer geleidend, T2 krijgt ook basisstroom en de LED gaat weer aan."

Aan en Uit door een druk op de toets

"Jullie hebben vast wel al eens een apparaat gezien", begint mevrouw Kabel de volgende morgen, "dat in plaats van één schakelaar voor Aan/Uit twee knoppen heeft: eentje voor 'AAN' en een tweede voor 'UIT'."
"Ja", zegt Loepje meteen, "bij de afstandsbediening van mijn televisie is dat zo: als ik op de ene toets druk, gaat de televisie aan, druk ik weer op de andere, dan gaat hij weer uit. Ik heb mij al vaker afgevraagd, hoe dat mogelijk is."
"Ik heb daar de volgende oplossing voor genomen", begint mevrouw Kabel haar uitleg terwijl zij een schema uit haar tas haalt. "Heel elegant", prijst Bassie Briljant haar.
"Die schakeling kunnen wij toch nabouwen", zegt Loepje verheugd. Uit de grote tas van Bassie Briljant haalt hij de nodige onderdelen en zet de schakeling precies volgens de afbeelding hier in

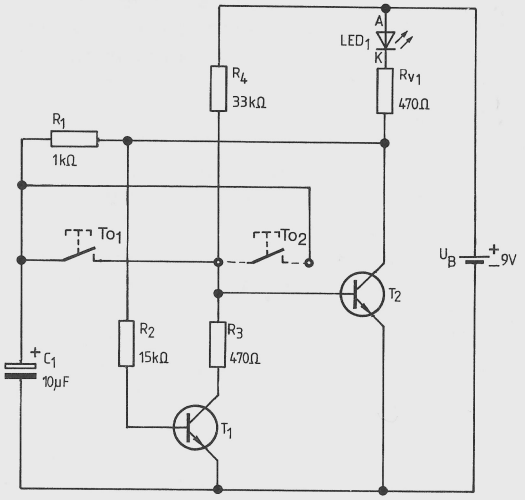






Reageert bij elke druk op de toets: de elektronische wisselschakelaar

"Wil je soms nog een geraffineerde lichtschakeling zien?" vraagt mevrouw Kabel. "Altijd! Laat maar zien", spoort Bassie haar tot het verklappen van nog wat elektronika-truuks aan.
"Goed dan", begint mevrouw Kabel, "hier ligt toch die lange, donkere gang. Er moest gewoon een lamp opgehangen worden als verlichting. De direktie was echter erg spaarzaam en stond ons slechts één enkele schakelaar aan elk einde van de gang toe om de verlichting in- en uit te schakelen".
"Dan kan dat toch helemaal niet goed werken", windt Loepje zich op. Maar mevrouw Kabel haalt uit haar tas al het schema met de oplossing. "We zetten de schakeling eerst eens met één toets in elkaar", zegt ze.



elkaar. Die afbeelding komt precies overeen met het schema van mevrouw Kabel.
"En wat moet er nu gebeuren?" vraagt Loepje nieuwsgierig. "Probeer het gewoon maar eens", raadt mevrouw Kabel hem aan. Dat is natuurlijk niet tegen dovemansoren gezegd.
(82) Loepje probeert eerst eens toets To1 en daarna toets To2 uit. Steeds wanneer To1 wordt ingedrukt gaat de LED aan, en als hij dan op To2 drukt gaat de LED weer uit.
"Te gek! Dat werkt dus. En hoe het funktioneert zal een van jullie mij zeker direkt uitleggen".
"Maar zeker", begint Bassie Briljant.

Bassie Briljant legt het uit:

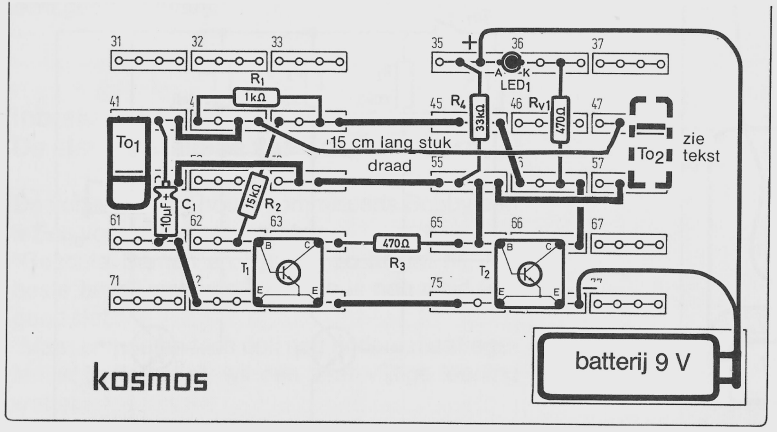
"Deze schakeling is weer een flipflop. De flipflop hebben we al in proef 58 gezien. Door het indrukken van toets To1 wordt de transistor T1 gesperd. Wij weten dat de andere transistor dan geleidend moet worden. De LED wordt ingeschakeld. Indrukken van To2 echter spert transistor T2 en schakelt de LED uit. Wat wij niet kunnen zien is dat T1 nu geleidt en daardoor T2 dwingt om gesperd te blijven. Maar dat is niets anders dan het flipflop-principe dat we al in proef 58 hebben leren kennen."

Uit het koffertje van Bassie Briljant halen we de benodigde onderdelen en bouwen een schakeling op die precies overeenkomt met de afbeelding hier.
"De schakeling is klaar maar er gebeurt niets", klaagt Loepje. "Dat is ook helemaal niet gek", legt Bassie hem uit. "Je moet op de toets drukken. Daar zit'm nou net de kneep!"
(83) Loepje drukt een paar keer achter elkaar op de toets To1 en stelt vast dat de LED afwisselend aan en uit gaat.
"Met een enkele toets doe je in die lange gang toch ook niet veel", merkt Loepje scherp op. "We moeten nu nog de tweede toets inbouwen."
(84) Dat vormt voor mevrouw Kabel geen enkel probleem. Ze monteert ook nog de toets To2, die in de afbeelding met een streepjeslijn is weergegeven. "Nu zijn we er", zegt Loepje vol lof. "Om het even, welke toets je nu indrukt: als het licht eerst aan was, gaat het na het indrukken van een toets uit. En als het uit was gaat het aan als ik op de toets druk."

"En zo héél ingewikkeld werkt die schakeling niet eens", merkt Bassie op.

Bassie Briljant legt de schakeling uit:

"Het betreft hier een variant op de flipflop-schakeling. Daarvan konden wij ons overtuigen. Er zijn immers klaarblijkelijk twee stabiele toestanden. Beslissend is hier de rol van de kondensator van 10 µF: Indien T2 gesperd is, dan kan de kondensator via de LED, de weerstand van 470 Ω en via de weerstand van 1 kΩ opgeladen worden. Druk je nu in deze situatie op één van de toetsen, dan ontlaadt de kondensator via de basis van T2 en maakt die daardoor geleidend. De kondensator is nu helemaal ontladen. Wordt er nu nog eens op één van de twee toetsen gedrukt, dan zorgt de lege kondensator ervoor dat T2 spert, waardoor de oorspronkelijke situatie weer ontstaat.
Ten overvloede wijs ik erop dat de toetsen To1 en To2 gewoon parallel geschakeld zijn."



Belangrijk!
Gebruik nieuwe batterijen.

8. Bij Scotland Yard

"Van Parijs naar Londen, de hoofdstad van Groot-Brittannië, dat is toch eigenlijk maar een steenworp", peinst Bassie. "Ook aan de andere kant van het Kanaal valt er veel te zien en te leren." "Nou, ik heb helemaal niets tegen een uitstapje naar Engeland", zegt Loepje. En zo gaan onze twee vrienden met het vliegtuig naar de hoofdstad van het Britse eiland.
"Ik lees dolgraag detectives", bekent Bassie. "Wat heeft dat nou met onze reis te maken?" wil Loepje weten. "Heel gewoon: Tegenwoordig kan de politie niet meer zonder de elektronika. En vooral bij het beroemdste hoofdkwartier van de recherche, bij 'Scotland Yard', werken niet alleen detectives maar ook uitstekende elektronikavakmensen."
In dit reusachtige politiebureau worden zij bij commissaris Bobby, een vriend van Bassie Briljant, aangemeld. De commissaris begroet onze twee vrienden in zijn kantoor. "Natuurlijk laat ik

jullie een paar staaltjes van ons werk zien", zegt hij tegen onze vrienden. "Zal ik jullie meteen eens een schakeling tonen?"

"Doe maar", spoort Bassie hem aan, "wij zijn heel benieuwd naar wat U ons kunt laten zien."

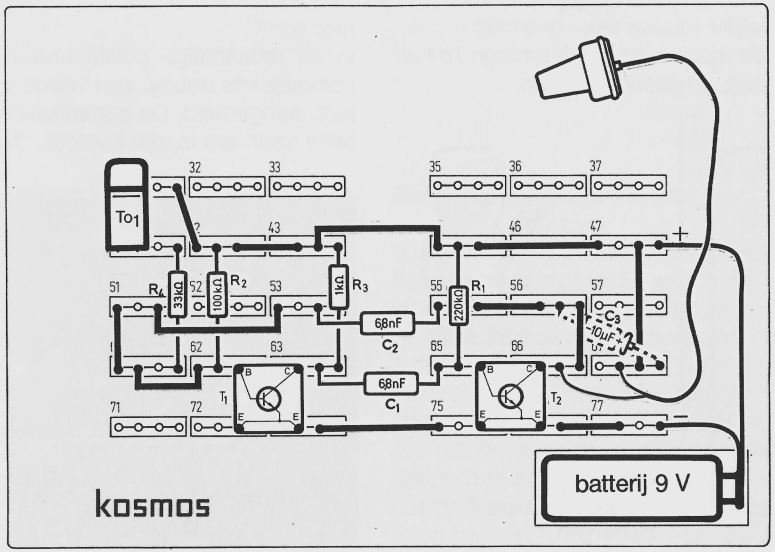
De politiesirene

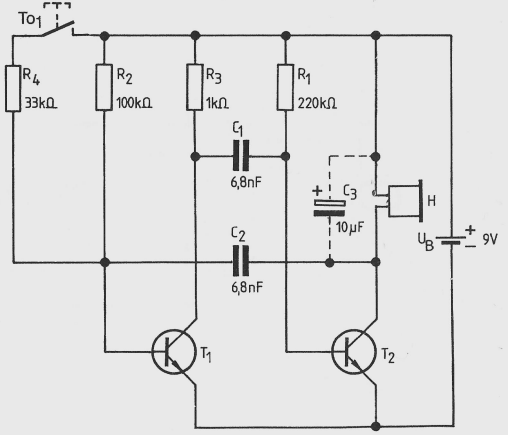
(85) Commissaris Bobby zoekt in zijn burolade, haalt er een paar elektronische onderdelen uit en zet de schakeling, van de afbeelding in elkaar.

"Hé!" roept Loepje, "die schakeling piept." "Dat is nog niks", zegt Bobby verheugd, "zij kan nog veel meer."

(86) Bobby drukt op toets To en het geluid, dat uit de oortelefoon klinkt, wordt nog veel hoger. Bobby speelt nog een beetje met de toets en voor Bassie en Loepje het goed en wel doorhebben, klinkt het geluid uit de oortelefoon als een politiesirene. "Maar dat is geweldig!" zegt Loepje enthousiast. "Met die sirene kunt U Uw politiewagens uitrusten." "Dat hebben we ook al gedaan", zegt Bobby trots.
"En als het geluid nog wat hoger moet worden, dan heb ik nog wel een paar truuks in huis", deelt Bobby mede.

(87) Bobby trekt uit de schakeling de weerstand R4 van 33 kΩ (oranje-oranje-oranje) en vervangt die door eentje van 15 kΩ (bruin-groen-oranje).
"Met dat geluid heb je op elke weg vrije baan", zegt de commissaris. "Maar als je een heel zacht geluid nodig hebt, dan moet de schakeling nog een klein beetje veranderd worden."
(88) Bobby plaatst ook nog een kondensator C3 van 10 μF in de schakeling; op de tekening staat hij met een streepjeslijn aangegeven.
"Nu zou ik dolgraag nog willen weten", zo onderbreekt Loepje de stortvloed van woorden van de commissaris, "waarom de schakeling doet wat ze doet."
"Dat is helemaal niet zo moeilijk", begint Bassie Briljant zijn verklaring.



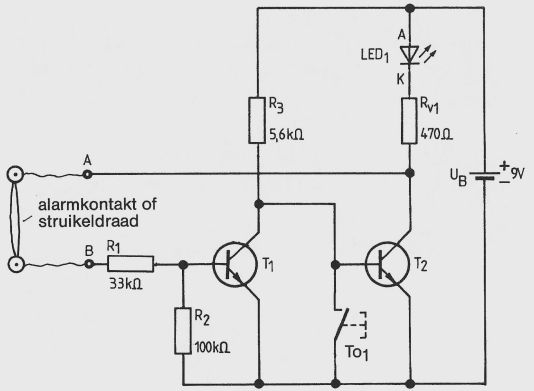


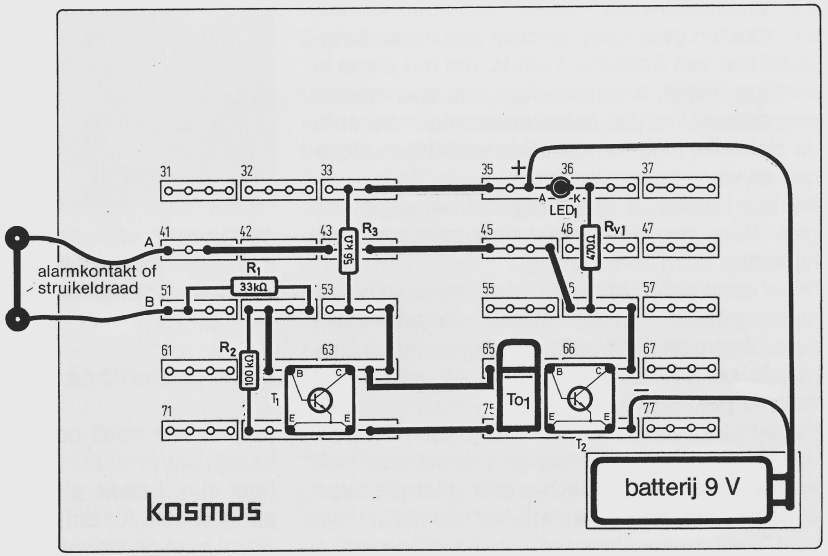
Bassie Briljant legt de schakeling uit:

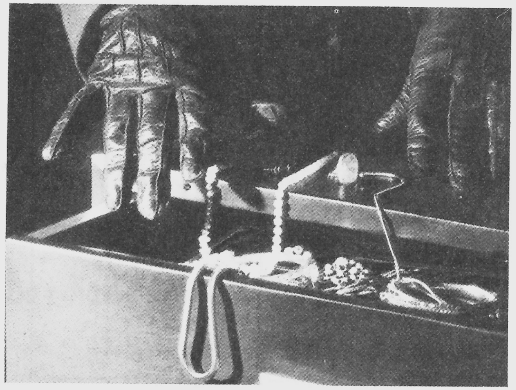
"Schakelingen die geluid produceren, hebben we al een paar keer gezien. Ik denk daarbij onder andere aan de morsezoemer van proef 66. De truuk bij de politiesirene is dat door het drukken op de toets een weerstandswaarde veranderd wordt. Anders gezegd: Wanneer je met de toets een weerstand van 33 kΩ parallel schakelt met de weerstand van 100 kΩ, dan is de toon hoger, omdat immers – zoals je door proef 27 weet – parallelschakeling van weerstanden een kleinere totale weerstandswaarde oplevert. Een kleinere weerstand betekent een hoger toon – Het is dus echt geen tovenarij."

Inbrekers hebben geen schijn van kans: De alarminstallatie van Scotland Yard

De volgende dag houdt commissaris Bobby een lezing voor adspirant-agenten.
"Geachte Dames en Heren", zo begint hij, "de beste beveiliging van een huis is nog altijd een goed slot."
"Maar er moeten toch ook nog andere maatregelen te treffen zijn", wil een zeer vlijtige leerling weten.
"Natuurlijk", antwoordt Bobby. "De Kroonjuwelen kun je immers ook niet alleen door sloten beveiligen. Goed, de volgende beveiliging is de alarminstallatie. Deze geeft een licht- en geluidssignaal, wanneer een deur of venster door onbevoegden wordt geopend."
Loepje port Bassie in zijn zij. "Ik hoop dat de commissaris ook een bouwschema geeft zodat wij de schakeling kunnen nabouwen."
Daar hoeft hij niet lang op te wachten, want Bobby haalt meteen een schema uit zijn aktentas en tekent dat schema op het bord.
(89) Hij neemt een doos met de onderdelen en zet de installatie volgens de afbeelding in elkaar.

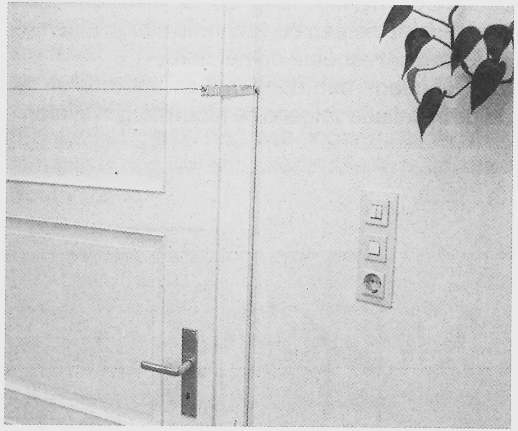






"Over de opbouw moet ik echter nog een en ander vertellen", zegt Bobby. "Aan 'A' en aan 'B' sluiten we de leidingen aan, die vervolgens naar een strook aluminiumfolie aan de deur of het venster moeten gaan. Het speciale van deze alarminstallatie van Scotland Yard is, dat het alarm in werking treedt, wanneer door het openen van een deur of venster het aluminiumfolie scheurt. Je ziet zulke aluminiumstroken vaak bij de etalages en vitrines van juweliers."
Nu kan Loepje de verklaring niet helemaal volgen. "Waar haal ik aluminiumfolie vandaan?" wil hij weten.
"Heel eenvoudig", antwoordt de commissaris. "Je neemt gewoon een stuk metaalfolie dat thuis in de keuken gebruikt wordt. Of je eet een reep chokolade en gebruikt het zilverpapier waarin die reep verpakt was."
Bobby gaat verder met zijn uitleg: "De uiteinden van de twee leidingen maken we met punaises vast aan de deur of het venster. Met die twee punaises maken we nu ook het aluminiumfolie vast."

De commissaris legt ook nog uit hoe nu verder te handelen: "Om de installatie op 'scherp' te zetten, dus om ze klaar te maken, dat ze ons voor ongewenste indringers waarschuwt, hoef je alleen nog maar op de toets To te drukken. Was de LED tevoren ingeschakeld, dan gaat zij nu in ieder geval uit. Dat is ook logisch: De LED moet pas gaan branden als het alarm in werking treedt, dus als de aluminiumstrook kapotgescheurd wordt.

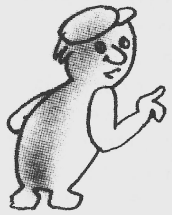


(90) Loepje scheurt nu de aluminiumstrook door en het alarm treedt in werking. De LED gaat aan en meldt zo dat 'er een dief is binnengedrongen'.

Bijna onzichtbaar: een dunne draad

(91) Bassie heeft nog een ideetje: "Je kunt natuurlijk ook in plaats van die aluminiumstrook een heel dun draadje als 'struikeldraad' bij de deur aanbrengen. Als dat draadje dan kapotgetrokken wordt gaat de alarmlamp ook aan."

"Waar je ook op moet letten", zegt Bobby, "dat is dat je de aluminiumstrook juist aanbrengt. Als een deur beveiligd moet worden, dan kun je het beste één punaise in de deur en de andere in het kozijn vastprikken. Voor vensters en kastdeuren geldt natuurlijk precies hetzelfde."
"Nu moet Bassie mij alleen nog eens uitleggen", komt Loepje er tussendoor, "hoe die schakeling eigenlijk werkt."

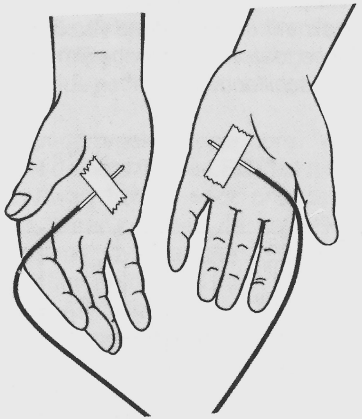


Bassie legt de schakeling uit:

"Dan zullen we maar eens beginnen de alarminstallatie door indrukken van de toets op 'scherp' te zetten: T2 spert, en via de LED, de weerstand van 470 Ω, de aluminiumstrook en de weerstand van 33 kΩ krijgt T1 basisstroom. T1 wordt daardoor geleidend en dwingt zo T2 ertoe gesperd te blijven. Als nu bij alarm de verbinding A-B onderbroken wordt dan valt de basisstroom voor T1 plotsklaps weg. Op de basis van T1 zit dan alleen nog maar de weerstand van 100 kΩ die aan de minpool aangesloten is. T1 spert dan natuurlijk en T2 wordt geleidend: de LED gaat aan. En zelfs al zou de dief heel snel proberen de aluminiumstrook te repareren, dan nog zou hem dat niet baten omdat je het alarm alleen maar door het indrukken van de toets kunt uitschakelen."

Al is de leugen nog zo snel ...: de leugendetektor

Al een hele tijd zit Loepje met een brandende vraag. Tenslotte stelt hij ze toch maar: "Ik heb wel eens iets over elektronische leugendetektors gehoord: Hebben ze die hier ook?"
"Jazeker", luidt het antwoord van Bobby. "Maar ze gelden niet als bewijs en de verdachte moet het goed vinden, dat ze gebruikt worden."
"We kunnen toch eens kijken of Loepje altijd de waarheid zegt", stelt Bassie voor. En in een oogwenk heeft Bobby een schakeling opgezet.



"Zeg, die schakeling ken ik. Dat is die 'muzikale appel' van Piep van proef 71. Maar ik zie het al, in plaats van een appel worden hier mensenhanden in de stroomkring geschakeld."

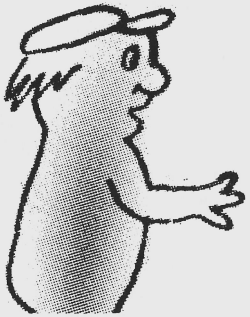
(92) Bobby maakt de blanke draaduiteinden met plakband aan de handpalmen van Loepje vast en sluit de draden aan A en B aan.
Bobby begint met het verhoor: "Hoe heet je?" "Loepje", zegt Loepje naar waarheid. De toon in de oortelefoon verandert niet. "Ga je graag naar school?" vraagt Bobby dan. Loepje aarzelt een beetje: "Jawel, jawel hoor." De toon wordt wat hoger. "En maak je ook altijd netjes je huiswerk?" is de laatste vraag van Bobby. Loepje wordt een beetje wit rond zijn neus, maar dan zegt hij: "Jawel, ik maak altijd mijn huiswerk." De toon die de leugendetektor produceert wordt aanzienlijk hoger.
"Kijk eens", zegt Bobby, "je voelde je ongemakkelijk door mijn vraag. Daarom ging je een beetje zweten. En omdat je handpalmen wat vochtig werden, daalde de elektrische weerstand."
"Ooh ja!" zegt Loepje. Het schoot hem weer te binnen. "En als de weerstand tussen A en B minder wordt, dan kan het systeem tussen de twee transistoren T1 en T2 sneller heen en weer gaan, waardoor de toon in de oortelefoon hoger wordt."
"Zoals ik al gezegd heb, is het resultaat van de leugentest geen bewijs", stelt Bobby vast. "Maar met behulp van de leugendetektor krijgen we vaak aanwijzingen, die we na moeten trekken."
"En zo wordt de politie af en toe een handje door de elektronika geholpen", vat Bassie dit experiment samen.

Schotse liedjes bij Scotland Yard: Een doedelzak voor vier tonen

"Ik weet niet of jullie het leuk vinden", zegt de commissaris, "maar vanavond is er repetitie van het doedelzakorkest van de politie."
"Nou en of!" vindt Bassie. "Daar moeten we bij zijn." "Maar eerst moet ik mij nog even omkleden", zegt Bobby, "want bij het doedelzakorkest draagt men geen politieuniformen maar Schotse rokjes. Die noemen ze hier 'kilt'."
"Blaast U echt op een echte doedelzak?" vraagt Loepje nieuwsgierig. "Nee, eigenlijk niet", verklapt Bobby. "Ik heb voor mijzelf een elektronische doedelzak gebouwd. Daarmee kun je precies zo'n geluid maken als een doedelzak."
"Maar dat wil ik nog zien voordat de repetitie begint", verlangt Bassie Briljant. "Geen enkel probleem. Dat komt zo voor elkaar", mompelt Bobby en rommelt wat in de doos met onderdelen.

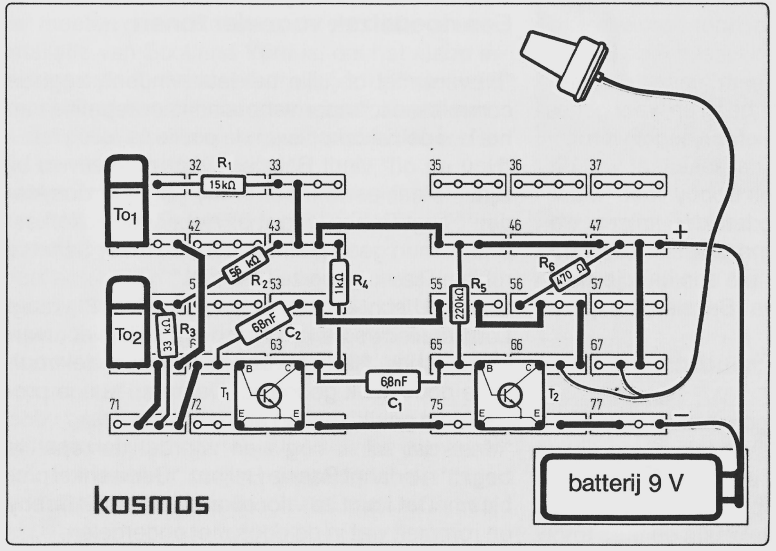
(93) Bobby plaatst de onderdelen op de montageplaat, net zoals op de tekening staat aangegeven.
Zoals altijd bij zulke experimenten heeft Loepje meteen de oortelefoon gepakt: "Ik hoor een lage toon. Die zou goed bij een doedelzakorkest passen." "U heeft twee toetsen in de schakeling geplaatst", merkt Bassie Briljant op. "Wat hebben die voor een funktie?" "Dat zul je dadelijk horen", belooft Bobby.
(94) Bobby drukt op toets To1. "Hé, de toon wordt hoger", meldt Loepje. "Kan die schakeling nog meer?"

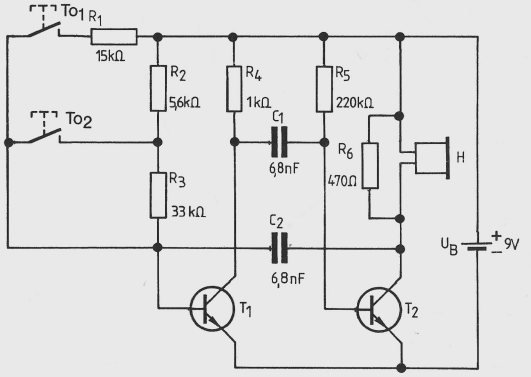
(95) Nu drukt Bobby op toets 2, vervolgens op allebei tegelijk, en dan weer op geen van beide.
"Met deze vier tonen", vertelt Bobby, "kun je al een paar eenvoudige Schotse volksliedjes spelen."
"Als we nog genoeg tijd hebben voor de repetitie, dan zou ik graag nog even aan Loepje uitleggen, hoe deze schakeling werkt."



Bassie Briljant:

"Een schakeling die geluid maakt, hebben we al een paar keer gezien. Dat is dus geen enkel probleem meer. Met deze schakeling echter is iets speciaals aan de hand: Met de toetsen kunnen we verschillende weerstandswaarden inschakelen. Druk je niet op de toetsen, dan werken de in serie geschakelde weerstanden van 5,6 kΩ en 33 kΩ. Druk je op To1, dan wordt de weerstand van 15 kΩ parallel geschakeld met deze in serie geschakelde weerstanden. Druk je nu bovendien nog op To2, dan levert dat weer een andere weerstandswaarde op, omdat de weerstand van 33 kΩ door To2 wordt overbrugd. Als je nu To1 loslaat, maar To2 ingedrukt houdt, dan werkt alleen nog maar de weerstand van 5,6 kΩ. Zoals je ziet: Twee toetsen, vier mogelijkheden en dus ook vier verschillende tonen."



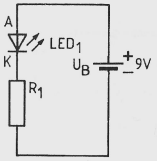


9. Weer thuis

Bassie Briljant en Loepje zitten in het laboratorium van Bassie Briljant. "Voordat we met onze twee top-schakelingen beginnen", troost Bassie Briljant Loepje nog wat, "moeten we nog twee nieuwe onderdelen leren kennen."
"En dat zijn?" vraagt Loepje. "In de eerste plaats de diode", antwoordt Bassie Briljant.

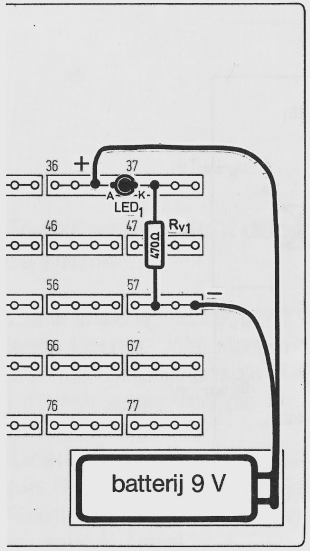
Eenrichtingsweg voor elektronen: de diode

"De diode is makkelijk te begrijpen", zo begint Bassie Briljant zijn verklaring. "Zij doet niets anders dan de stroom in één richting door te laten terwijl ze hem in de andere richting de weg verspert. Zij is dus net een eenrichtingsweg voor de stroom."
"Ho, ho!" onderbreekt Loepje hem. "We gebruiken toch al de hele tijd de LED. Tot nog toe was het vooral van belang voor ons dat de LED brandde." "Maar ze heeft de hele tijd ook als diode gewerkt", verduidelijkt Bassie Briljant, "alleen hebben we de LED steeds zo in de schakelingen gebruikt, dat zij de stroom doorliet. Maar in de doos zit nog een andere diode, de germanium-diode, en die zullen we nu maar eens meteen nauwkeurig gaan bekijken."



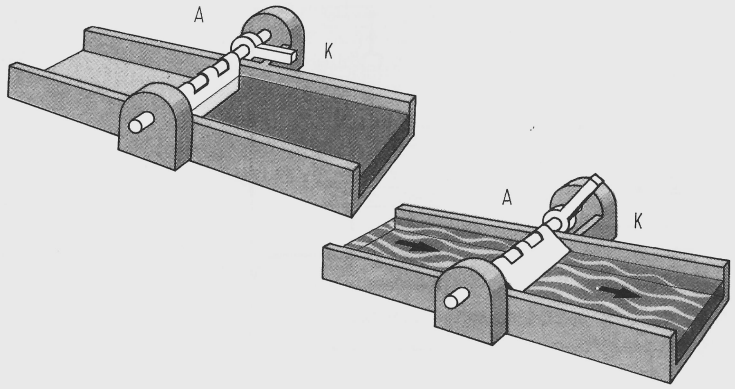
Onthouden: basisschakelingen met dioden

Om schakelingen op te bouwen die de werking van een diode laten zien, heb je maar een paar onderdelen nodig.
(96) Zet een kleine schakeling zoals afgebeeld in elkaar.
Het is duidelijk: De LED brandt, want ze is in geleiderichting geschakeld en laat de stroom dus door.
(97) En nu wordt het spannend. We trekken de diode eruit, draaien ze om en plaatsen ze weer in de schakeling. Ze is nu dus in sperrichting geschakeld.
Zoals verwacht brandt de LED nu niet omdat ze de stroom spert.



Bassie Briljant legt het uit:

"Een diode werkt net als een ventiel van een fietsband. Het ventiel laat de lucht in één richting door. Je kunt lucht van buiten in de band pompen. Gelukkig kan de lucht door de ventielwerking niet meer uit de band, anders liep de band immers gelijk weer leeg.
We kunnen ook eens naar het sluismodel op de twee afbeeldingen beneden kijken: Als het water van K naar A stroomt dan drukt het tegen de kleine sluisdeur, die daardoor gesloten blijft. Stroomt het water echter andersom, dus van A naar K, dan duwt het de deur open en kan doorstromen.
Héél goed onthouden: De LED heeft op het rode omhulsel aan één kant een afgevlakt stukje. De dwarsblak in het schemateken komt overeen met deze afvlakking. Deze kant wordt de kathode genoemd.
Een diode is in sperrichting geschakeld als de kathode op de pluspool van de batterij is aangesloten."



Bassie Briljant gaat nu de eigenschappen van de germanium-diode onderzoeken. Om vast te stellen of ze geleidt of spert gebruikt hij in de volgende schakelingen de LED slechts als indikatie voor het vloeien van stroom.

(98) Zet een schakeling volgens de afbeelding in elkaar, waarbij de LED en de germanium-diode D in geleiderichting geschakeld zijn.

De LED brandt. Zij geeft hier aan dat de germanium-diode D inderdaad in geleiderichting geschakeld is.

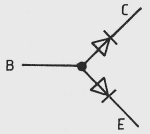
(99) Trek de germanium-diode eruit en draai haar om.

De diode D spert nu de stroom. Onze LED krijgt geen stroom en kan dus niet branden.

Bassie Briljant verklaart dit:

"De germanium-diode heeft als kenteken voor de kathode-kant geen avlakking zoals onze LED maar een gekleurde of zwarte ring op het glasomhulsel.

Wij onthouden: De germaniumdiode spert als de gekleurde of zwarte ring op de pluspool van de batterij is aangesloten."

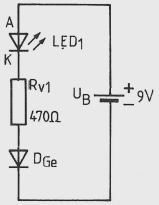


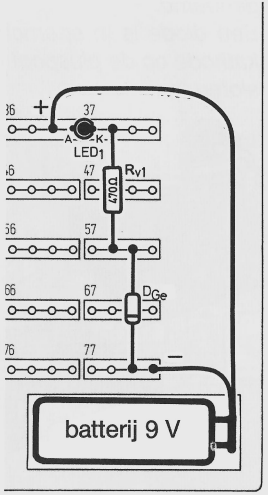
Wat twee dioden voor elkaar krijgen

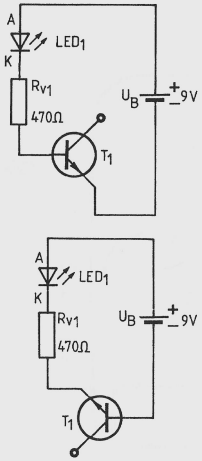
"Ik vertel je nu nog iets heel sensationeels", kondigt Bassie Briljant aan. "Je kunt bewijzen, dat er in een transistor twee dioden zitten." "Twee dioden in een transistor?" vraagt Loepje hem ongelovig. "Ja hoor! Eentje van de basis naar de emitter – die noemen ze dan ook basis-emitter-diode – en eentje van de basis naar de kollektor – je raadt het al: de basis-kollektor-diode. En dat het echte dioden zijn zullen we nu laten zien."

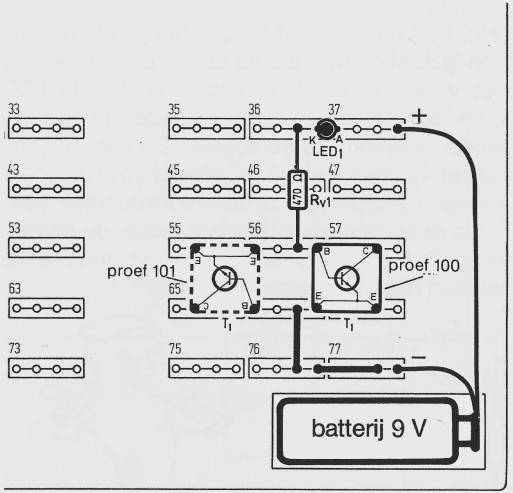
(100) Zet de schakeling in elkaar zoals ze hier getoond is.

Let op: De kollektor van de transistor wordt niet aangesloten omdat immers alleen de basis-emitter-diode onderzocht moet worden.









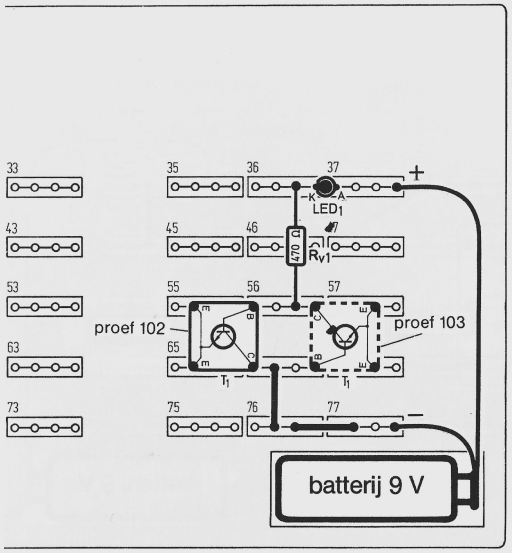
De LED, die ons moet aangeven of er stroom is of niet, brandt. De basis van de transistor is aangesloten op de pluspool van de batterij, en dus is de basis-emitter-diode in geleiderichting geschakeld.

(101) Het transistormoduul moet je nu even omdraaien, zodat de basis nu aan de minpool van de batterij aangesloten wordt.

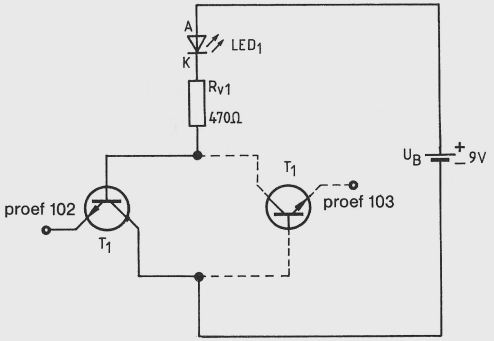
De LED blijft donker: de basis-emitter-diode is nu in sperrichting aangesloten.

(102) In de volgende afbeelding wordt de basis-kollektor-diode in de stroomkring geschakeld.

De basis is nu aan de pluspool van de batterij aangesloten. De basis-kollektor-diode is in geleiderichting geschakeld. De LED brandt.



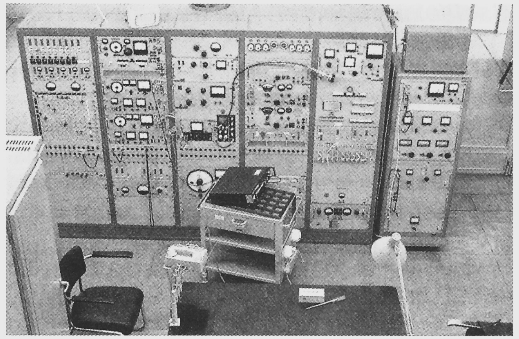
(103) Draai het transistormoduul weer om. Nu is de basis aan de minpool aangesloten. De basis-kollektor-diode spert en de LED blijft uit.



Energieoverdracht door de lucht: de spoel

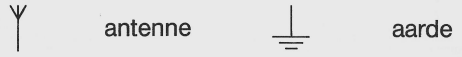
"Zal ik je eens wat zeggen?" zegt Bassie Briljant tegen Loepje. "Wat staat er dan nu op het programma?" vraagt Loepje nieuwsgierig. "De laatste twee apparaten die we gaan bouwen, zijn radio-ontvangers!"

"Laten we dan meteen beginnen", dringt Loepje aan. "Rustig aan!" wimpelt Bassie Briljant hem af. "Eerst moeten we nog één onderdeeltje leren kennen: de spoel."



Bassie Briljant legt uit:

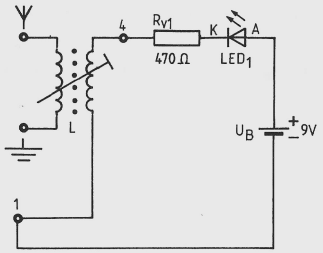
"Een spoel is eigenlijk alleen maar een heel lange opgerolde draad", vertelt Bassie Briljant. "Zo'n opgerolde draad heeft echter de eigenschap dat hij magnetische energie door de lucht overdraagt. Die energie kun je met een andere spoel weer in elektrische stroom omzetten. In het kleine vierkante potje op het middengolfmoduul zitten twee spoelen. De uiteinden van die spoelen zijn elk afzonderlijk als aansluitingen uitgevoerd en op het moduul met een 1 en 4 respektievelijk met de symbolen voor 'aarde' en 'antenne' gekenmerkt.



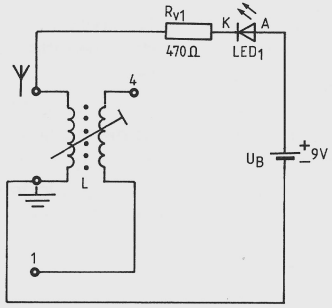
In het midden van het potje zit een ijzeren kern die je omhoog en omlaag kunt schroeven, omdat de spoelen magnetisme produceren."

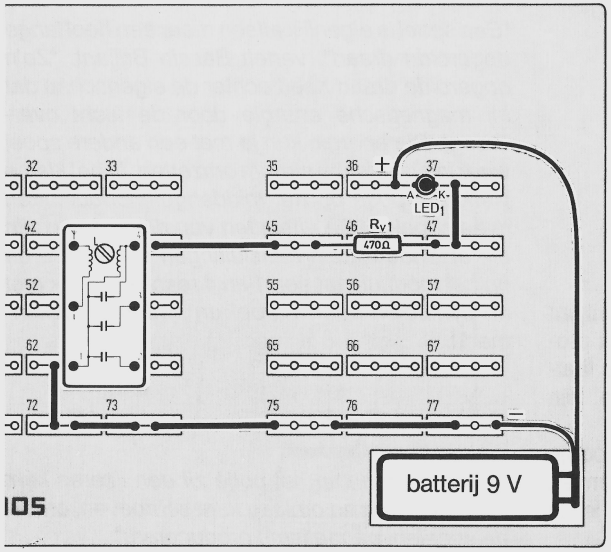
Basisexperimenten met de spoel

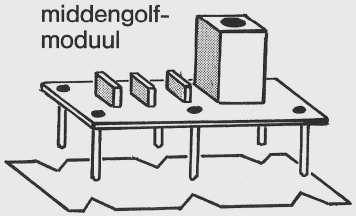
Dat de spoelen inderdaad maar uit twee draden bestaan kun je met simpele proeven aantonen.
(104) Sluit de pluspool van een batterij via een LED met voorgeschakelde weerstand op aansluiting 4 van de spoel aan. Aansluiting 1 wordt via een paar bruggen op de minpool aangesloten (zie afbeelding).
Er vloeit een stroom. Dat kun je daaraan zien dat de LED brandt.
LET OP: Tussen het middengolfmoduul en de montageplaat moet een van de twee isolatieplaten gelegd worden die je uit de oplegsjabloon hebt geknipt (zie blz. 6).



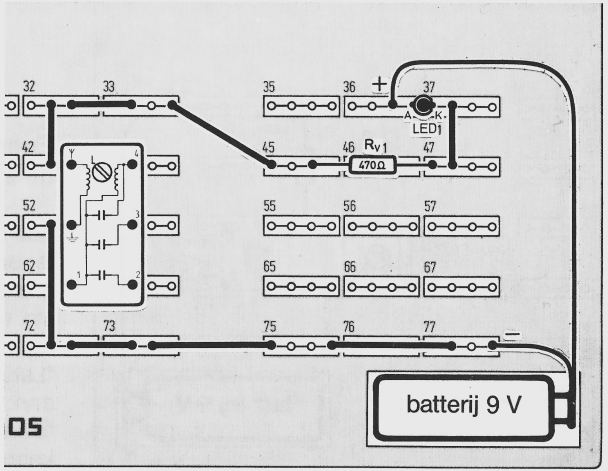
(105) Verbind nu pluspool van de batterij via de LED met de aansluiting 'antenne' van de spoel. De 'aarde' verbind je via een paar draadbruggen met de minpool.
Ook deze keer vloeit er een stroom zoals het branden van de LED aangeeft. Je ziet dus duidelijk dat de aansluiting 'antenne' en 'aarde' aan de ene kant en de aansluitingen 1 en 4 aan de andere kant geleidend met elkaar verbonden zijn. De ene draad begint bij het punt 'antenne' en einidigt bij 'aarde', terwijl de andere bij punt 1 begint en bij punt 4 eindigt.



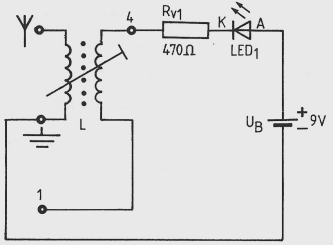




isolatieplaatje
(zie blz. 6)

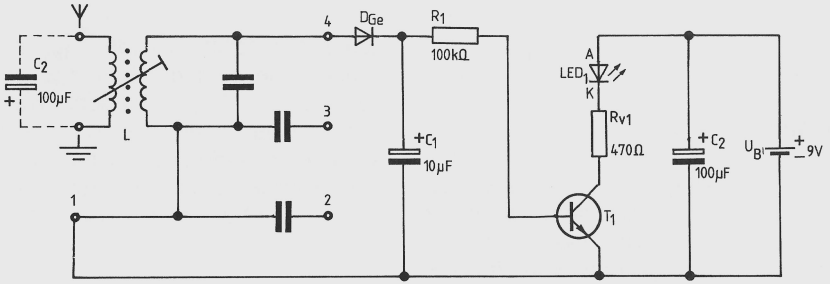


(106) Zet de schakeling van de tekening in elkaar. Daarbij is de pluspool van de batterij via de LED en de weerstand met punt 4 verbonden, terwijl de 'aarde' via een paar draadbruggen met de min verbonden is. De LED brandt niet. Dat is ook heel logisch omdat de 'aarde' bij de ene en punt 4 bij de andere spoel hoort. We hebben zo bewezen dat de spoelen onderling geen elektrisch geleidende verbinding hebben!
Bassie Briljant heeft daarstraks beweerd dat de spoel 'energie door de lucht' kan overdragen. Dat gaan we nu aantonen.

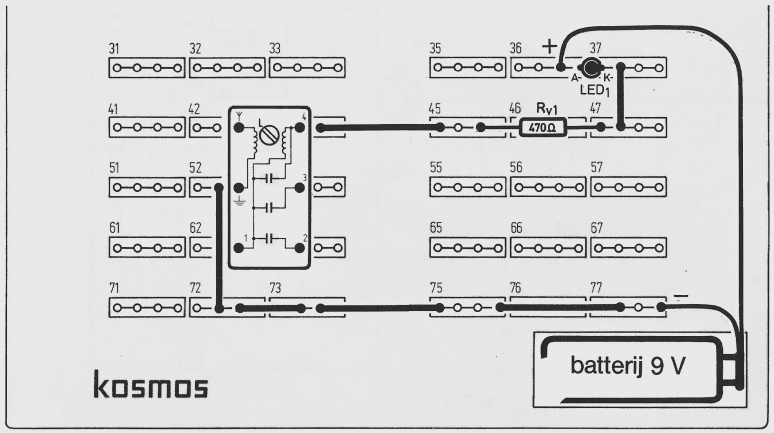


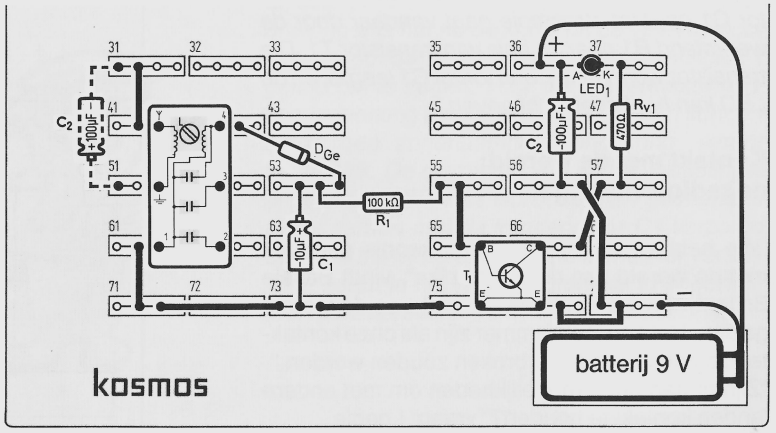
(107) Zet de schakeling in elkaar zoals de afbeelding toont. De gestreept getekende kondensator C2 laten we voorlopig even buiten beschouwing. Er gebeurt nog helemaal niets omdat we de spoel immers nog niets hebben gegeven wat overgedragen moet worden.

(108) Kondensator C2 trekken we eruit. Hij is – omdat hij direkt aan de batterijaansluitingen aangesloten was – propvol geladen. Draai hem nu voorzichtig om zonder met je handen of vingers de aansluitdraden aan te raken. Houd hem vervolgens tegen de klemveren die met de punten 'antenne' en 'aarde' van de ene spoel verbonden zijn.



Belangrijk! Gebruik nieuwe batterijen.





De LED flitst heel even aan (je moet heel goed opletten en de kamer misschien een beetje verduisteren). Dat is toch echt heel erg vreemd, omdat de spoel, waarmee de kondensator was verbonden, geen enkele geleidende verbinding met de rest van de schakeling heeft. Hoe komt dat?

Bassie Briljant geeft uitleg:

"De in C2 opgeslagen elektronen stromen door een draad van de spoel die bij 'antenne' begint en bij 'aarde' eindigt. Deze ontlading wordt in de andere spoeldraad letterlijk 'door de lucht' voelbaar: in de andere draad stroomt eveneens elektriciteit. Die laadt – via de diode D – de kondensator C1 op. Het stroompje gaat vandaar door de weerstand R1 naar de bais van transistor T1. Die transistor wordt geleidend totdat C1 leeg is, en de LED kan heel even licht geven."

Kontakt met de wereld: de radio-ontvanger

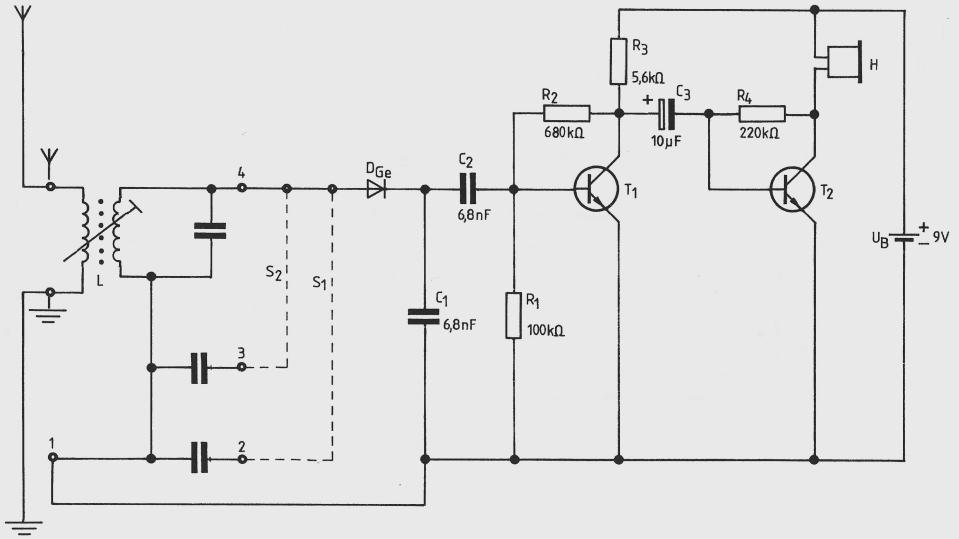
"We hebben nu tamelijk goed kennis gemaakt met de wereld van de elektronika", vindt Bassie Briljant, "en we hebben heel wat van de wereld gezien. Het zou toch jammer zijn als onze kontakten zo zonder meer verbroken zouden worden."
"Zijn er dan geen mogelijkheden om met andere landen kontakt te houden?" vraagt Loepje.

"Maar brieven schrijven, dat is nu niet bepaald mijn sterkste kant."

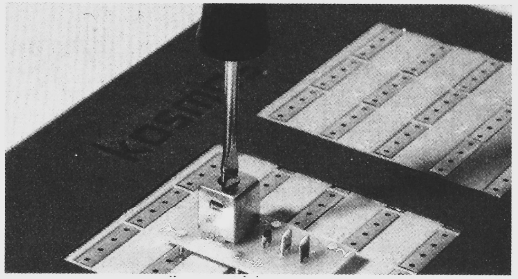
"Nee, nee", bevestigt Bassie Briljant, "ook met behulp van de elektronika kunnen we daar wat aan doen. Een klein radio-ontvangertje zou ons bijvoorbeeld het nieuws uit de wereld direkt in huis kunnen leveren – als we tenminste ons luistergeld betaald hebben."

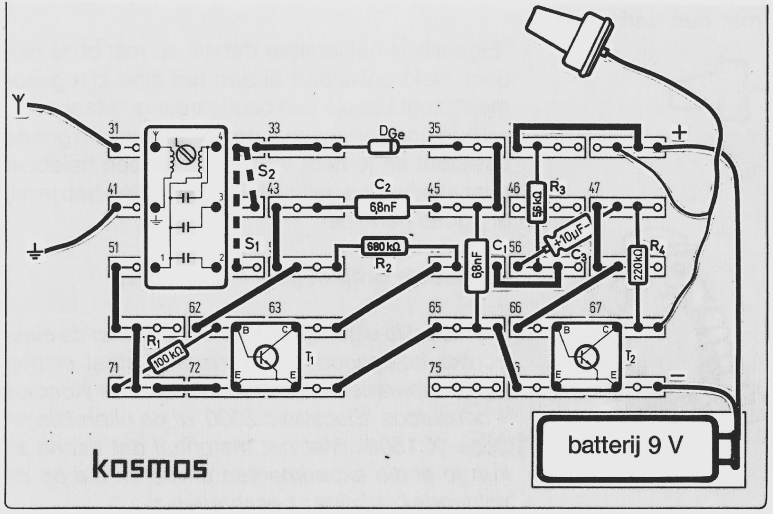
"Dat is een schitterend idee", juicht Loepje. "We kennen alle daarvoor benodigde onderdelen", denkt Bassie Briljant hardop. "Wat we nu nog nodig hebben is een geschikt schema." "En een antenne en aarde", vult Loepje hem aan.
"Als antenne nemen we gewoon een flink eind draad", stelt Bassie Briljant voor. "Dat stuk moet ongeveer 6 meter lang zijn. Die kunnen we dan geïsoleerd aan de muur van de kamer ophangen. En dan hebben we nog een tweede draad nodig voor de aarde. Die moet je aan een waterkraan of aan een radiator van de verwarming vastmaken. Maar let er op, dat je hem niet vastmaakt aan een geverfd deel van de radiator. Je moet die draad aan een blank metaaldeel daarvan vastmaken."

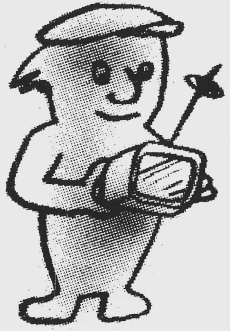
(109) Bassie Briljant haalt uit zijn jaszak een schema. Dat schema hebben we hier beneden afgedrukt. Vervolgens haalt hij uit zijn koffer de nodige onderdelen en zet de schakeling zo op als op de opbouwtekening op de volgende bladzijde aangegeven is. De 6 meter lange draad sluit hij op het punt 'antenne' van de spoel aan. En de aardleiding verbindt hij met het punt 'aarde' van de spoel.



De streepjeslijnen laat hij voorlopig even buiten beschouwing.
"Heel ver weg hoor ik een zender", meldt Loepje.
"Prima", zegt Bassie Briljant. "Dan neem je nu een schroevedraaier en dan schroef je daarmee de ijzeren kern van de spoel op het middengolf-moduul omhoog en omlaag (zie foto). Maar wees voorzichtig, want als je te veel kracht zet kun je de kern beschadigen! Je kunt die kern maar twee slagen omhoog of omlaag doen gaan."
Loepje draait zo lang totdat hij de zender luid en duidelijk hoort.
(110) "Als je soms nog andere zenders wilt horen", zegt Bassie Briljant nu, "dan moet je de draadbrug S1 plaatsen en dan weer aan de kern draaien. Maar ook alleen het plaatsen van de draadbrug kan voldoende zijn om een andere zender te ontvangen. Tenslotte kun je ook nog uitproberen wat er gebeurt, wanneer je de twee draadbruggen S1 en S2 plaatst. Met deze simpele methode kun je dus verschillende zenders kiezen."
"Maar nu zou ik nog een klein beetje over de techniek van de radio-ontvangst willen weten", zegt Loepje. Bassie Briljant is natuurlijk maar wat graag bereid hem daarover te vertellen.







Bassie Briljant aan het woord:

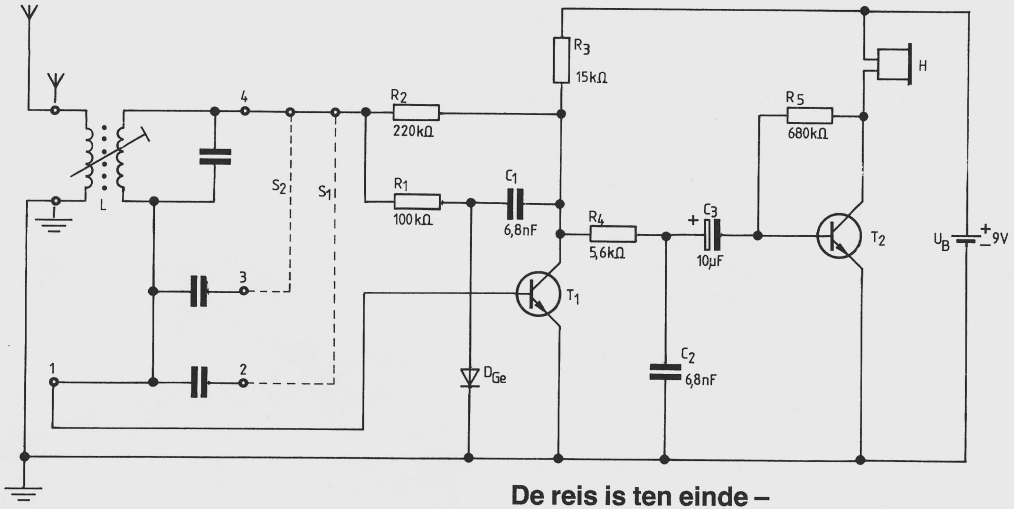
"We hebben geluid, dus geluidsgolven, gemaakt, door de stroom door de oortelefoon snel te veranderen. Dergelijke snelle veranderingen noemt men trillingen. Het aantal trillingen per sekonde noemt men frekwentie en wordt uitgedrukt in Herz (HZ). Het voor ons oor hoorbare frekwentiegebied ligt tussen 16 en 16000 trillingen per sekonde (16Hz-16kHZ). Men noemt dit gebied laagfrekwent (LF).
In een radiozender worden trillingen met heel hoge frekwenties opgewekt (hoogfrekwent, HF), die via de zendmast als elektromagnetische stralen worden uitgezonden en zich met de lichtsnelheid uitbreiden. Al naar gelang de frekwentie onderscheidt men lange, midden, korte en ultrakorte golven. Onze ontvanger is geschikt voor ontvangst op de middengolf. Wat onze ontvanger nu als radiogolf ontvangt is een HF-trilling (draaggolf), die voortdurend in het ritme van de LF-trilling (geluidssignaal) in sterkte varieert. In de ontvanger is het nu de kunst uit de vele radiogolven de goede te pakken en de wisselingen in geluid om te zetten. Voor de zenderkeuze is de samenwerking tussen een spoel en een kondensator, een zogenaamde trillingskring, verantwoordelijk. De omzetting van de HF-wisselingen in geluidsfrekwenties wordt door de germaniumdiode samen met de kondensator C1 verzorgd. De twee transistoren tenslotte dienen ter versterking, zodat je het radioprogramma in je oortelefoon kunt horen.

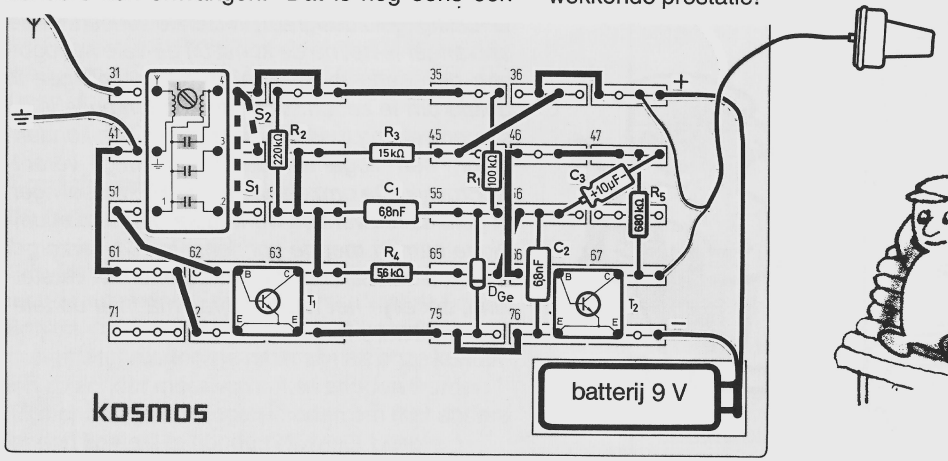
Betere ontvangst: de ontvanger met reflex-versterking

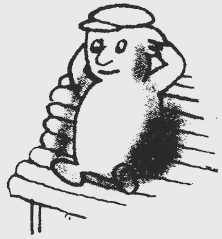
"Er bestaat een mogelijkheid de ontvangst nog te verbeteren", stelt Bassie Briljant voor. "De schakeling van proef 110 kan alleen maar zenders ontvangen die heel dichtbij staan. We zullen nu eens een apparaat bouwen waarin een transistor door een truuk twee keer als versterker gebruikt wordt. Zo'n apparaat noemen ze een reflexontvanger.

(111) Bassie Briljant bouwt de reflexontvanger volgens de tekening. Daarbij let hij er goed op dat alle onderdelen evenals de draadbruggen precies volgens het voorschrift van de tekening geplaatst worden. Tenslotte sluit hij weer de antenne en de aarde aan, net als in proef 109.

"Tsjonge", zegt Loepje die door het anders plaatsen van de draadbruggen voor de zenderkeuze en door het draaien van de kern een hele reeks zenders kon ontvangen. "Dat is nog eens een echte zelfgebouwde radio met een verbazingwekkende prestatie!"







De reis is ten einde – en wat nu?

"Eigenlijk is het jammer dat we nu met onze reis door elektronikaland al aan het eind zijn gekomen", zegt Loepje een beetje treurig. "Maar eerst wil ik je nog bedanken, Loepje. Je was een goede assistent en je hebt vast en zeker een heleboel over elektronika geleerd. En bovendien heb je mij erg goed geholpen."

En Bassie Briljant gaat verder met:

"Je moest je eigenlijk ook verder nog met de elektronika bezighouden. Daarvoor bestaat er nog meer experimenteermateriaal zoals de Kosmos – bouwdoos 'Electronic 2000' of de uitbreidingsdoos 'X 1500'. Met het materiaal dat daarin zit kun je al die experimenten uitvoeren die op de volgende bladzijden beschreven zijn."

kosmos

Experimenteerhandboek

Electronic X 1500 / X 2000

Voor de proeven 112 tot 174

Franckh'sche Verlagshandlung
Stuttgart

Inhoudsopgave Deel II

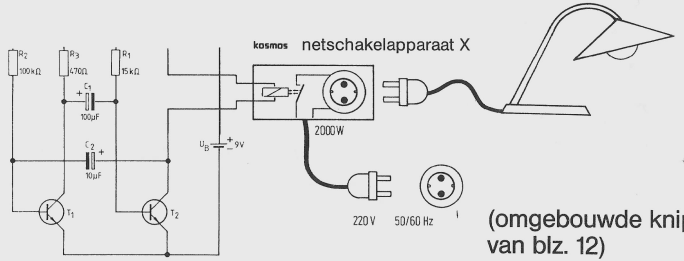
KOSMOS-netschakelapparaat X 68
KOSMOS-nettrafo X 68
Hartelijk welkom ... 70
Voorbereiden van het schakelpaneel 70
Schakelpaneel bevestigen aan de montageplaat 73
17 in één klap 74
Elektronische speurhond:
Vindt leidingen onder het stucwerk 74
Nu op kamersterkte:
De tweetonige klaxon 76
Morsezoemer zonder geluidsoverlast:
Geluidssterktes voor alle omstandigheden 78
Verlengstuk van het oor:
Elektronisch afluisteren 79
Een elektronische babysit 80
Maakt geluid zichtbaar:
Het lichtorgel 82
Reageert op daverend applaus:
De applausmeter 83
Steeds tot Uw dienst:
Elektronische tover-klap-schakelaar 84
Je vrienden luisteren mee:
Radio-ontvanger met luidspreker 86
De versterker anders gebruikt:
Hoe je van de nood een deugd maakt 87
Snel en langzaam knipperen 88
Waarschuwingsknipperlicht met twee lampen 89
Knipperlicht uit?
Akoestisch gewaarschuwd 89
Snelheidsroes:
Een racefiets-simulator 90
Elektronische pianola voor twee handen:
De elektronische piano 91
Traploze helderheidsinstelling:
De lichtdimmer 92
Kalmpjes aan:
Verkeerslicht voor langzame voetgangers 93
Nader belicht: de fototransistor 94
Licht en schaduw 95
Reageert op heel flauw licht:
De 'lichtversterker' 95
Wacht maar tot het donker wordt:
Automatisch parkeerlicht 96
In het dierenrijk:
Eendengesnater door licht en schaduw 97
Nuttig hulpje in de doka:
Volautomatische belichtingstimer 98
Wie is de snelste?
Een elektronische reaktietester 99
Storingen zoeken 100

KOSMOS-Nettrafo X
Bestelnummer 61781

De problemen met lege batterijen zijn verleden tijd wanneer je met de nettransformator van KOSMOS de stroom uit het stopkontakt haalt. De trafo levert een elektronisch gestabiliseerde gelijkspanning van 9 V.

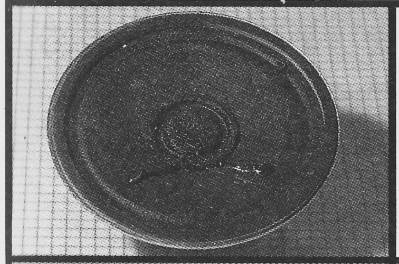
KOSMOS-Netschakelapparaat X
Bestelnummer 61798

Maak van de simpelste proefschakeling nog een nuttig apparaat, door het KOSMOS-netschakelapparaat te gebruiken. De schakelaar heeft aan de **zwakstroomkant** twee aansluitdraden voor aansluiting aan de elektronische schakeling (haal de LED en de voorgeschakelde weerstand van 470 Ω eruit en steek er in plaats daarvan de aansluitdraden van dit apparaat in). Aan de **sterkstroomkant** heeft het apparaat een netstekker, die in elk stopkontakt past. Het apparaat zelf heeft ook nog een stopkontakt voor de aansluiting van 220 V lampen, huishoudelijke apparaten, radio's, kassetterekorders enz. die dan door de elektronische schakeling kunnen worden in- en uitgeschakeld.
De zwakstroom- en de sterkstroomkant zijn door een relais volledig gescheiden.



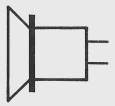
(omgebouwde knipperschakeling van blz. 12)

Die nieuwe onderdelen in de electronic X-2000-doos

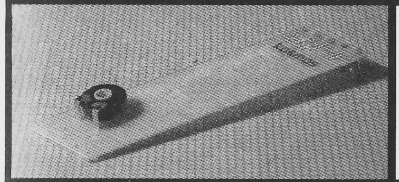


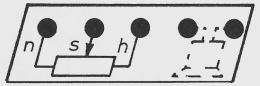
opbouw

schemasymbool

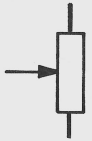


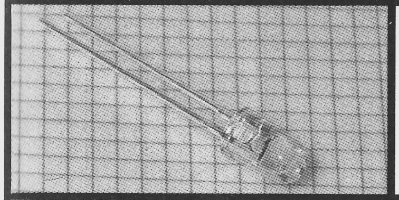
luidspreker



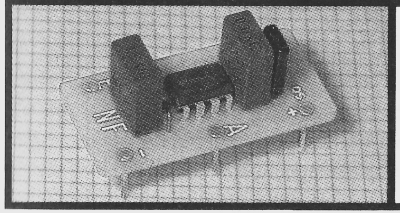


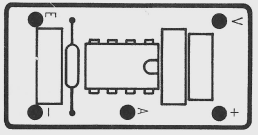
potentiometer



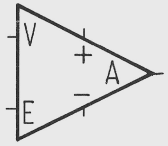


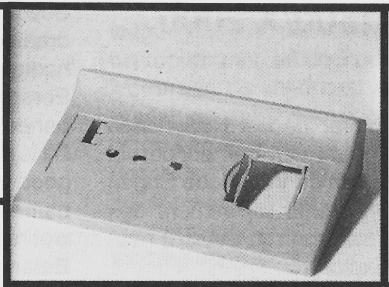
fototransistor



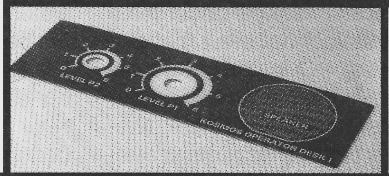


versterkermoduul

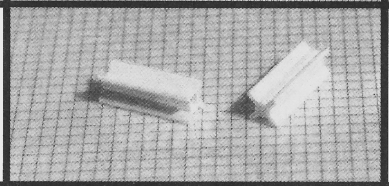




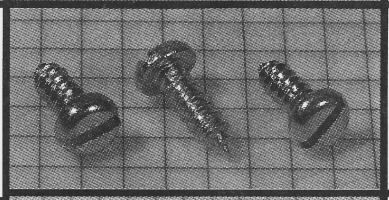
schakelpaneel



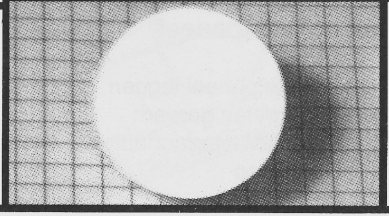
paneel-
sticker



verbinding-
spennen



schroeven
voor
potentiometer



draaiknop

Electronic X 1500/X 2000

Hartelijk welkom...

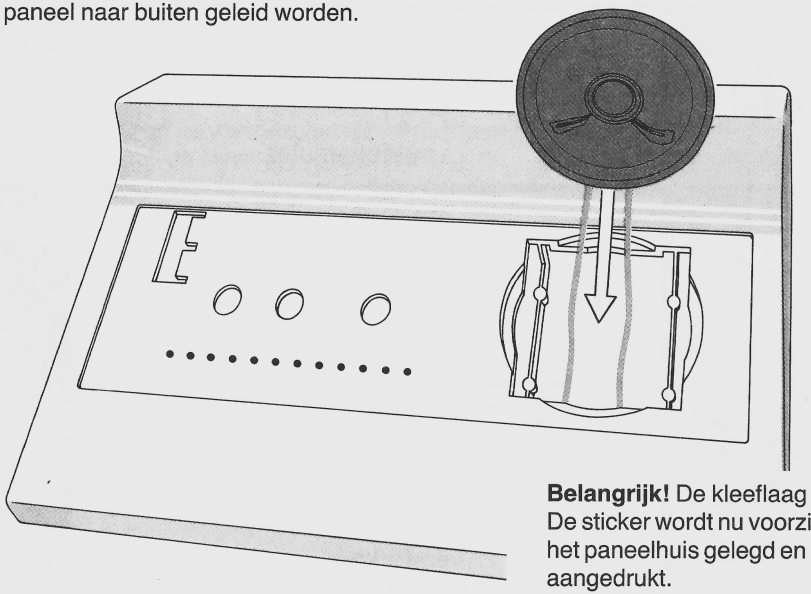
bij de "explorers". Explorer (in het Nederlands onderzoeker) was de naam van een succesvol ruimtevaartprogramma van de Verenigde Staten van 1958 tot 1975. En omdat wij immers ook onderzoekers zijn (op elektronisch gebied) heet deze bouwdoos ook "Explorer".
We zullen nieuwe, heel interessante onderdelen leren kennen. We zullen voor het eerst met een geïntegreerde schakeling (IC = 'integrated circuit') werken. En om echt goed te kunnen onderzoeken en experimenteren zullen we onze montageplaat met een mooi bedieningspaneel ('operator-desk') uitbreiden. Dit paneel kun je later zelfs nog met de KOSMOS-dozen 'electronic X 3000' en 'electronic X 4000' uitbreiden..
De andere montagewerkzaamheden zijn in het eerste deel van het boek beschreven. Wij gaan ervan uit dat de proeven 1-111 succesvol werden uitgevoerd.
Maar laten we maar meteen beginnen het bedieningspaneel op te zetten. Een paar handgrepen en dit karweitje is alweer geklaard.

Voorbereiden van het schakelpaneel

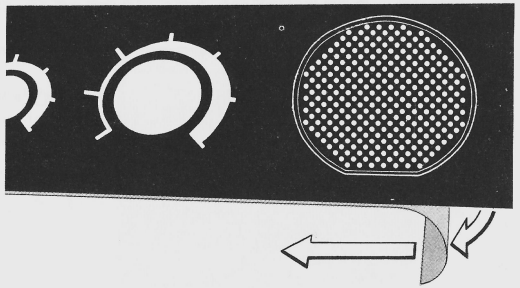
Voor de montage van het schakelpaneel leggen we allereerst de volgende onderdelen gereed:

Schakelpaneel	Potentiometermoduul
Luidspreker	Draaiknop
Paneelsticker	De schroeven

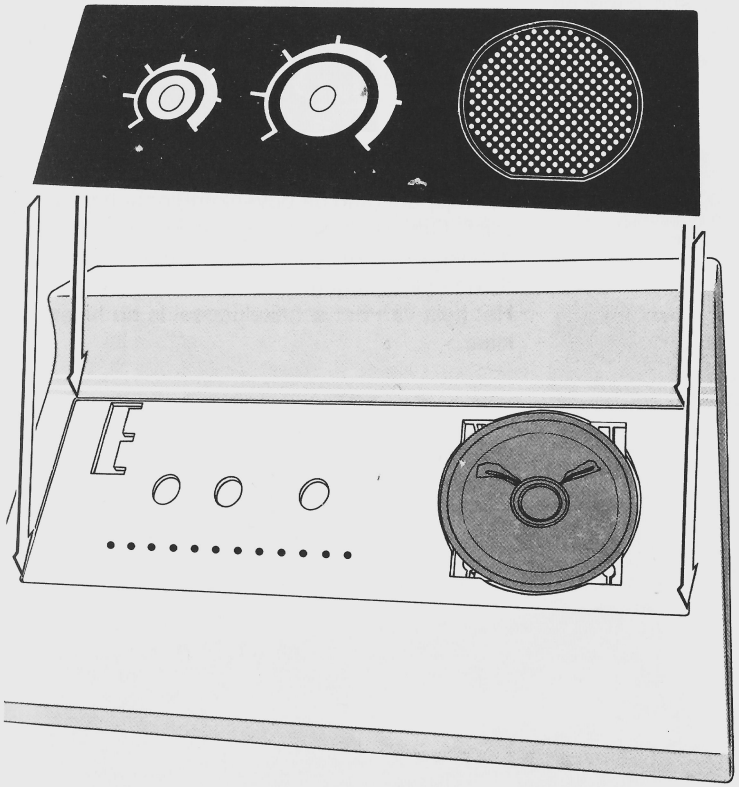
Bovendien hebben we nog een kleine schroevedraaier, een vaatdoek en een beetje afwasmiddel nodig.
Eerst wassen we de bovenkant van het schakelpaneel goed af met wat afwasmiddel en water. Dit is nodig opdat de kleeflaag van de sticker later goed zal hechten. Door het spuitgieten kunnen namelijk op het huis van het schakelpaneel nog wat resten van vet en oplosmiddel zitten.
Belangrijk! Het afwasmiddel moet met veel water weer worden afgespoeld. Vervolgens moet het paneel weer goed droog gemaakt worden.
We leggen daarna, zoals de tekening laat zien, de luidspreker keurig in de ronde uitsparing. De twee aansluitdraden moeten daarbij aan de onderkant in de richting van de voorkant van het paneel naar buiten geleid worden.



Nu nemen we de sticker en halen de bovenkant en de onderkant van elkaar af. Als je een hoekje voorzichtig heen en weer buigt dan kun je het papier vastpakken en het voorzichtig lostrekken.

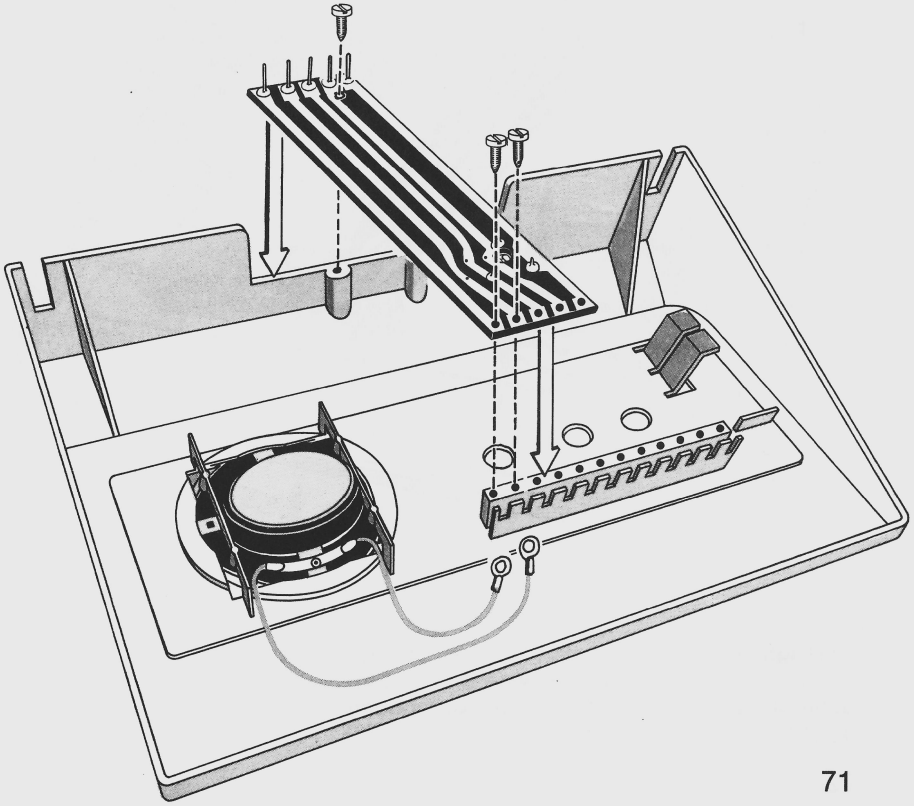


Belangrijk! De kleeflaag niet aanraken.
De sticker wordt nu voorzichtig in de verdieping in het paneelhuis gelegd en als het goed past stevig aangedrukt.

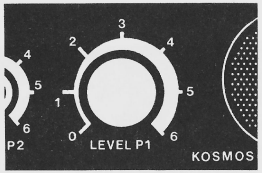


Belangrijk! Niet op de luidspreker drukken. Bij de luidspreker mag je alleen maar aan de rand van de ronde uitsparing drukken, omdat anders de sticker aan het luidsprekermembraan vast zou gaan kleven.

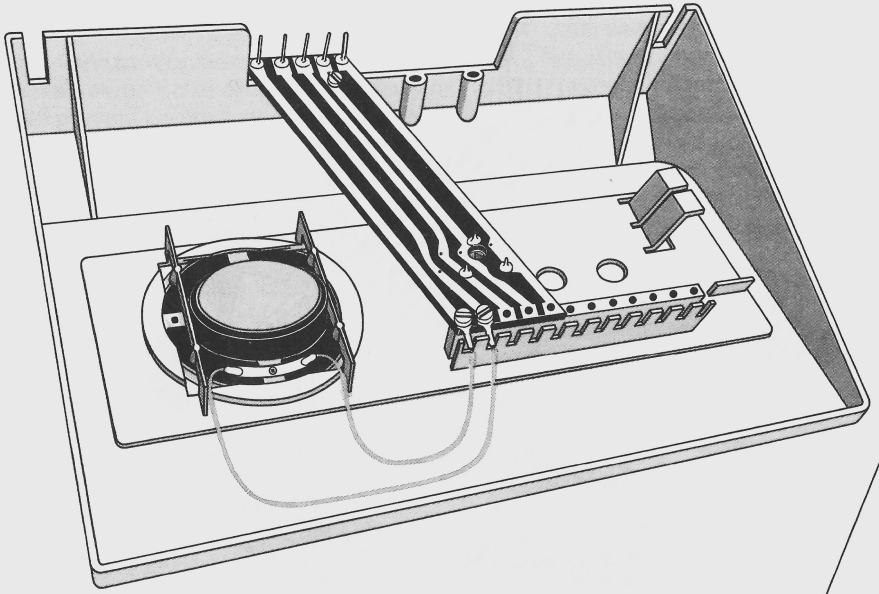
Nu leggen we het paneelhuis ondersteboven en leggen het potentiometermoduul er zo in, dat we de koperbanen en de 5 pennen zien. Het moduul wordt aan de linkerkant van het schakelpaneel (naast de luidspreker) bevestigd. Het moduul wordt aan de ene kant door twee schroeven vastgehouden waaronder ook de twee oogjes van de luidspreker worden vastgeschroefd. De afbeelding laat zien waar de twee schroeven moeten worden aangebracht.

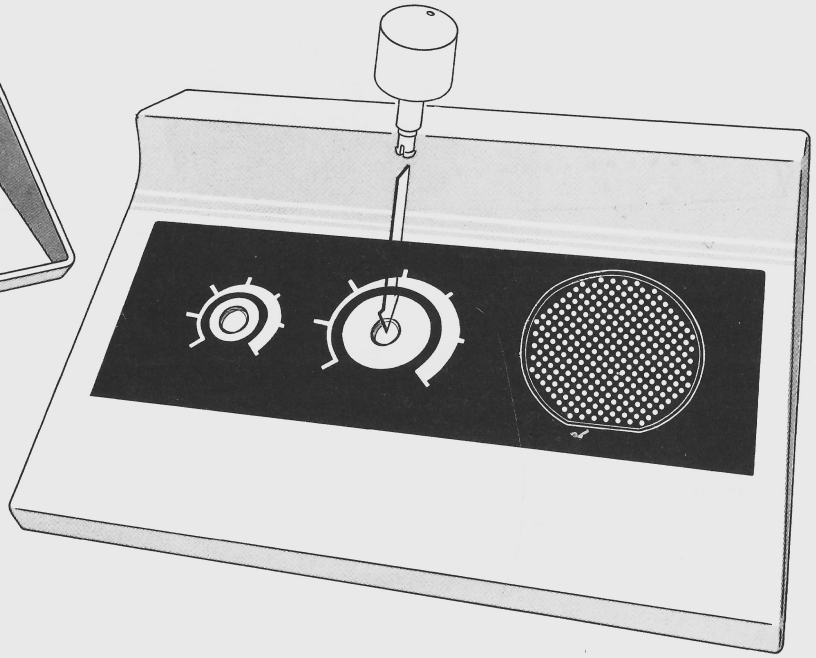


Belangrijk! De twee luidsprekerdraden aan de twee meest linkse koperbanen vastschroeven.
In de rand van het paneel wordt een derde schroef gedraaid.
Nu wordt de draaiknop bij LEVEL P1 aangebracht. Let er daarbij op dat de potentiometer en de as van de draaiknop niet in elke willekeurige positie in elkaar passen. Het beste kun je met de schroevedraaier de opening in de potentiometer zo draaien als de tekening aangeeft (gezien van de stickerkant).



De draaiknop wordt er nu zo ingestoken dat de aanwijspunt (aan de bovenkant) naar het cijfer 3 wijst. Om het moduul bij het insteken van de draaiknop niet te beschadigen drukken we er aan de onderkant tegen.
Het huis van het schakelpaneel is nu helemaal klaar.



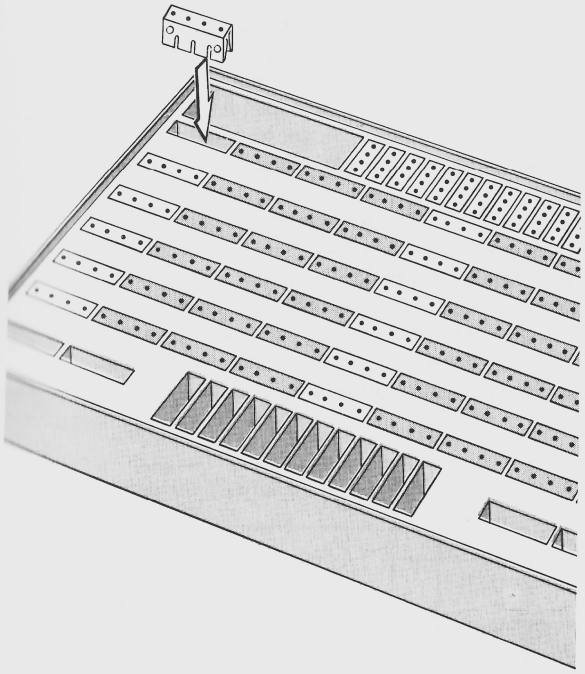


Belangrijk! De twee draden moeten aan de meest linkse koperbanen worden vastgeschroefd. De ogen moeten op de koperbanen liggen.

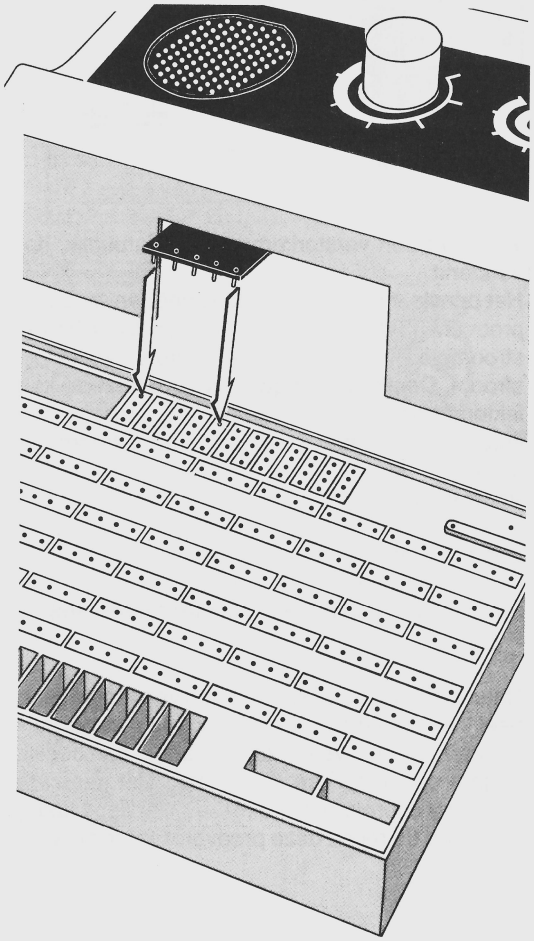
Schakelpaneel bevestigen aan de montageplaat

Eerst moeten de nieuwe klemveren in de montageplaat gestoken worden. Let erop dat de veren duidelijk hoorbaar vastklikken.

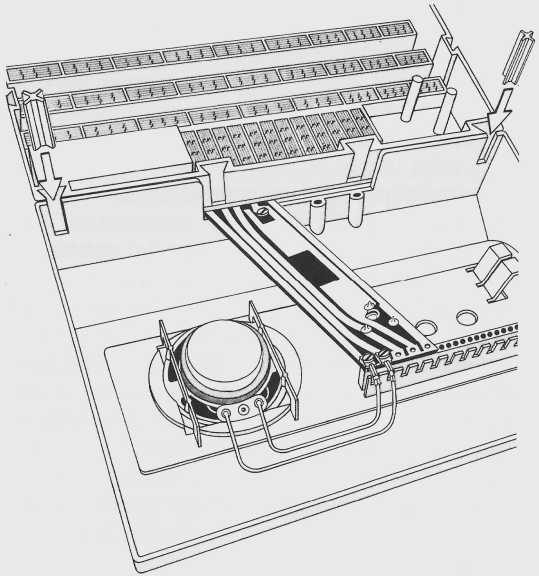
Belangrijk! In de volgende uitsparingen worden geen veren gestoken: 10-11, 17-18 en de daartussen liggende dwars geplaatste 12 klemveren.



Het paneelhuis wordt van de bovenkant aan de montageplaat vastgeklikt. De vijf kontaktpennen moeten daarbij in de overeenkomstige klemveren vallen.



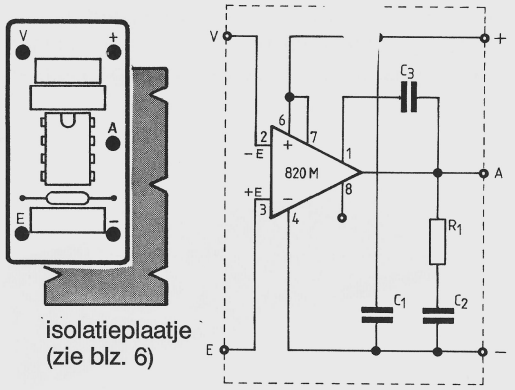
We kunnen nu het samenstel van paneel/montageplaat voorzichtig omkeren en van de onderkant in de buitenste geleidingen steeds een verbindingspen steken.
Zo, nu is het montagewerk klaar.



De stukken draad die in de doos zitten, buigen we zoals op pagina 7 is aangegeven.

17 in één klap

Onvoorstelbaar en toch waar: Onze geïntegreerde schakeling (IC) bevat 17 transistoren. Zo'n klein zwart ding met 8 pootjes op het versterkermoduul! Bovendien zorgen vier dioden en zes weerstanden in het plastic omhulsel ervoor dat het geheel als versterker werkt. Nu moet je niet denken dat die transistoren, dioden en weerstanden stuk voor stuk aan elkaar gesoldeerd en vervolgens in elkaar geperst zouden zijn. Nee, bij een geïntegreerde schakeling worden met een heel speciaal en ingewikkeld proces alle onderdelen op een piepklein, maar een paar vierkante millimeters groot halfgeleiderplaatje (Chip) verenigd.
Behalve de geïntegreerde schakeling zitten op het versterkermoduul nog een weerstand en drie kondensatoren. Die dienen er eigenlijk alleen maar toe, storende invloeden van buiten bij het IC weg te houden.
In onze schakelschema's zullen we het hele moduul als één enkele driehoek weergeven, gewoon omdat het hier een versterker betreft en versterkers nu eenmaal in de elektronika steeds als driehoek worden weergegeven.



isolatieplaatje
(zie blz. 6)

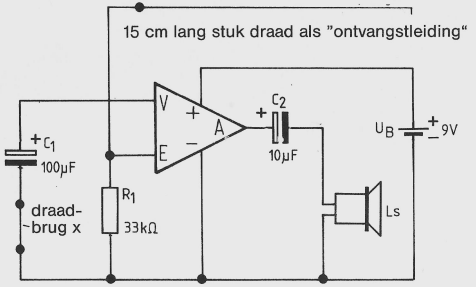
Wat doet een versterkermoduul? Natuurlijk, het versterkt.
Het principe van de versterking hebben we bij de proeven 33-40 reeds gezien: een klein basisstroompje veroorzaakt een grote kollektorstroom. Deel je nu de getalswaarde van de kollektorstroom door die van de basisstroom, dan krijg je als resultaat de zogenaamde stroomversterking.
Voorbeeld:

Basisstroom	=	1 mA
Kollektorstroom	=	100 mA
Stroomversterking	=	100 mA: 1 mA = 100

Natuurlijk kun je ook spanningen versterken: een heel kleine spanning aan de ingang van het versterkermoduul veroorzaakt een aanzienlijk hogere spanning aan de uitgang. Dat gaan we nog eens uitproberen (we maken hier een uitzondering op de regel: deze proeven zijn indrukwekkender als je een batterij gebruikt dan wanneer je de nettrafo gebruikt).

Elektronische speurhond: Vindt leidingen onder het stucwerk

Elke doe-het-zelver heeft een apparaat nodig waarmee hij kan vaststellen of er ergens elektrische leidingen in de muur zitten. Ons versterkermoduul is bij uitstek voor het zelf bouwen van een dergelijke leidingzoeker geschikt.
(112) Wij zetten de elektronische speurhond in elkaar zoals de tekening dat aangeeft en sluiten de batterij aan. (Zie afbeelding op de volgende pagina).
Meestal zal nu hooguit een gedempt geruis uit de luidspreker klinken. Maar als je heel dicht bij een radiozender woont dan zul je die zender meer of minder duidelijk kunnen ontvangen. Maar het kan ook zijn dat het apparaat een konstante zoemtoon laat horen; dat is tamelijk zeker het geval wanneer in de buurt een TL-buis brandt. In dat

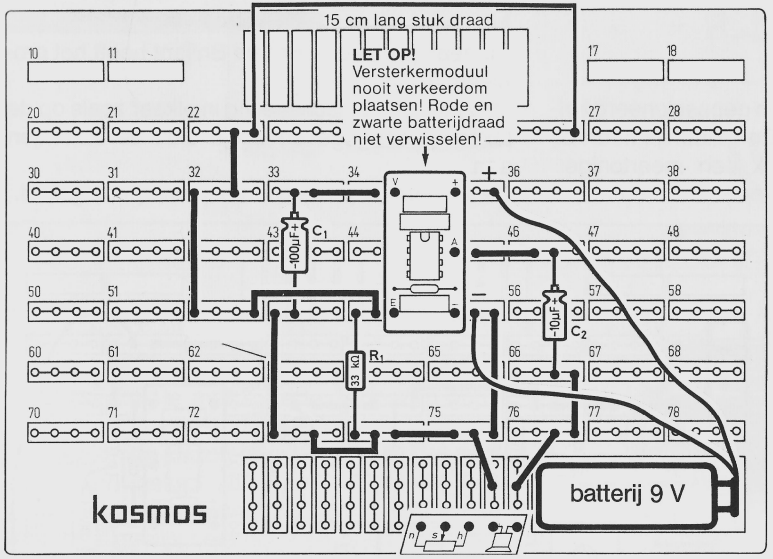


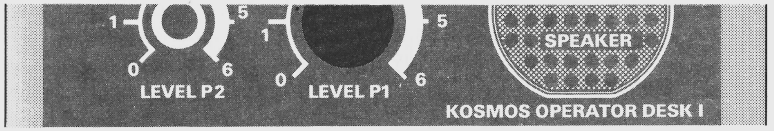
geval moet je die lamp uitschakelen om het resultaat van de zoekaktie niet verkeerd te beïnvloeden.

(113) Neem nu de proefopstelling in de hand en ga met de achterkant (dus die kant waar de 'ontvangstdraad' zit) langs de muur. Bij de eerste keer kun je het beste in de buurt van een stopkontakt beginnen.

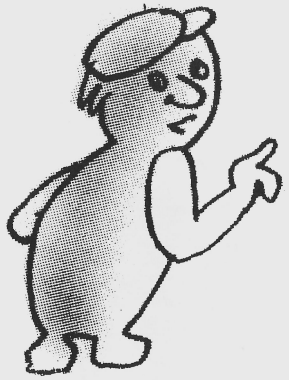
Wanneer we zo de muur aftasten kunnen we aan de hand van het sterker en zwakker wordende zoemgeluid zeer snel precies vaststellen, hoe de leidingen lopen – mits die niet te diep in de muur liggen.

Natuurlijk mag nooit een draad of onderdeel van onze proefopstelling in het stopkontakt gestoken worden!





(114) We trekken er nu het rechter, vrije uiteinde van de 'ontvangstdraad' voorzichtig uit, maar laten het linker uiteinde erin steken. Nu raken we met het vrije uiteinde een blank metaaldeel van een radiator of waterkraan aan.
En kijk! Onze leidingzoeker is een radiotoestel geworden. Je zult echter maar weinig plezier van die ontvangst hebben: Waarschijnlijk hoor je meerdere zenders tegelijk en die dan ook nog tamelijk vervormd.
Het versterkermoduul kan heel kleine spanningen versterken, dat was wat we wilden aantonen. Bassie Briljant legt ons nu uit, wat er tijdens de verschillende proeven gebeurd is.



Bassie Briljant legt uit:

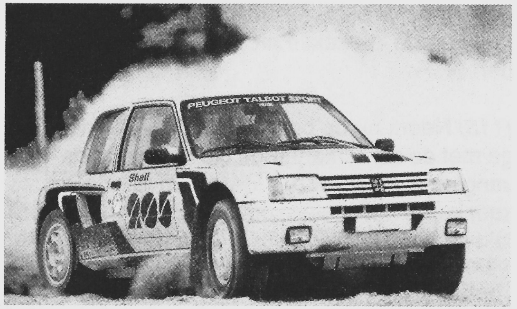
"Het zal jullie allemaal wel zijn opgevallen dat ons versterkermoduul twee ingangen heeft. Op eentje staat 'E' en op de andere een 'V'. Wat versterkt moet worden, wordt op 'E' aangesloten. Met 'V' echter kun je de mate van versterking instellen: Wil je de grootste versterking, dus ca. 5000 keer, dan schakel je tussen 'V' en de minpool van de batterij slechts een kondensator. Wil je een kleinere versterking dan moet je een weerstand in serie schakelen met de kondensator. Hoe groter deze serieweerstand is, des te kleiner is de versterking.
De versterkte spanning is aan de uitgang beschikbaar, die op het moduul met 'A' aangegeven is. Deze uitgang kan een heleboel: niet alleen levert hij de versterkte spanning maar ook levert hij voldoende stroom, die bijvoorbeeld nodig is om een luidspreker te laten funktioneren."

De moduulaansluiting met het plusteken (+) moet altijd met de pluspool van de batterij en die met het minteken (–) altijd met de minpool van de batterij verbonden worden; hiermee mag je je absoluut niet vergissen omdat de geïntegreerde schakeling daar niet goed tegen kan. Hij wordt te warm en gaat stuk.

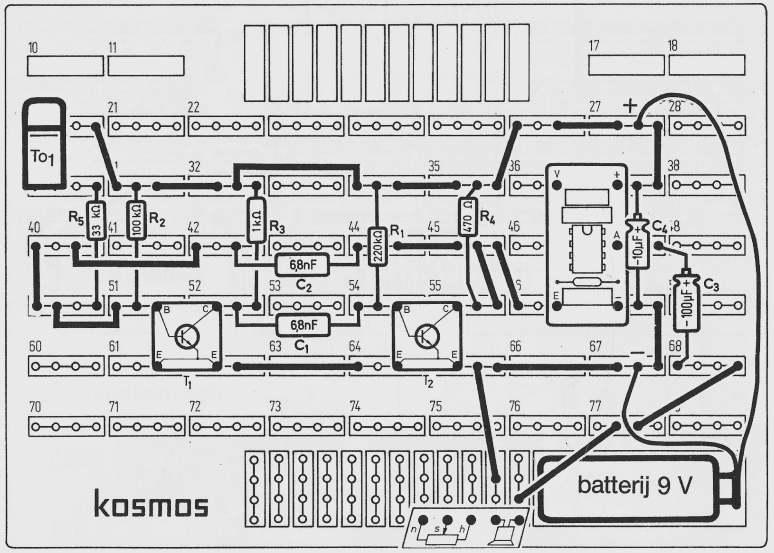
Laat je de ingang 'E' van de versterker open, dat wil zeggen dat je bijvoorbeeld alleen maar een stuk draad aansluit (en dat hebben we immers in de proeven 112 tot en met 114 gedaan) dan ontvangt de versterker storingen uit de omgeving: elektrische leidingen in de muren, draaiende boormachines, brandende TL-buizen of wasmachines dragen door de lucht héél kleine spanningen over op de 'ontvangstdraad', die dan enorm worden versterkt en in de luidspreker hoorbaar worden.
Ook radiogolven produceren zulke minispanningen. Met behulp van de in de geïntegreerde schakeling opgenomen dioden worden – zoals we al bij de proeven 109 en 111 konden zien – de spraak en de muziek eruit gevist en het moduul funktioneert als radiotoestel (dat echter de verschillende zenders niet van elkaar kan scheiden). Een simpele draad levert in dit geval een goede antenne. Houden we die draad nu tegen de verwarming of tegen een waterleiding dan wordt de antennewerking zelfs nog groter. We ontdekken dat een dergelijk grote versterking soms heel onprettig kan zijn. Daarom gaan we in de volgende proef gauw eens de versterkingsfaktor terugbrengen.
(115) We vervangen de draadbrug X in het opbouwschema van proef 113 door een weerstand van 100 Ω (bruin-zwart-bruin) en herhalen de proeven 112 tot en met 114. De 'ontvangst' van de beschreven storingen zal nu een beetje zwakker zijn.
(116) We trekken nu de weerstand van 100 Ω eruit en vervangen deze door eentje van 470 Ω (geel-paars-bruin).
Je zult nu hoogstens héél, héél zachtjes iets horen.

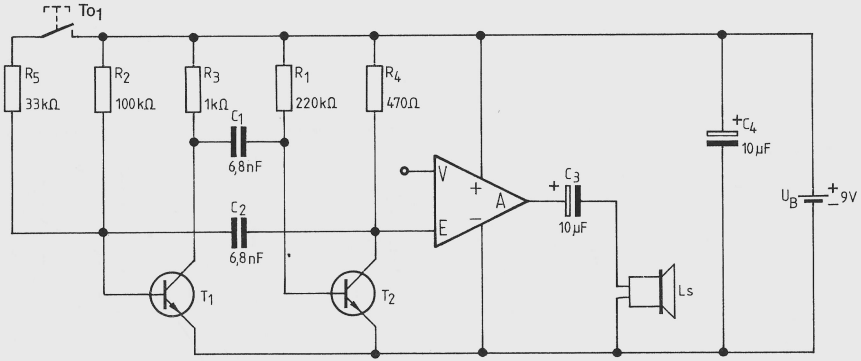
Nu op kamersterkte: De tweetonige klaxon

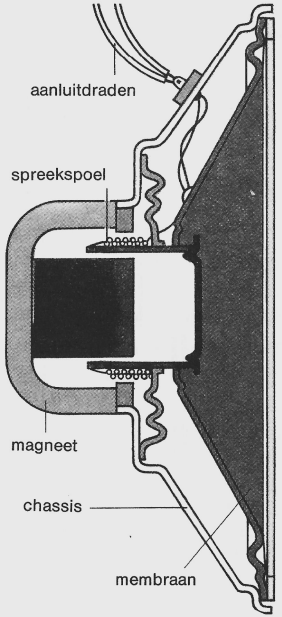
Een vriend van Bassie is een gepassioneerd liefhebber van sportwagens. En natuurlijk hoort bij zo'n blitse sportwagen ook een meertonige klaxon. Voor de echte elektronikus is dat natuurlijk geen probleem. Bassie Briljant heeft het probleem als volgt opgelost:



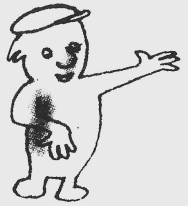
(117) Je zet een schakeling in elkaar zoals op de tekening aangegeven en je sluit de batterijen aan.
De luidspreker produceert een snerpend geluid.







(118) Nu druk je met korte tussenpozen op de toets en laat hem steeds weer los.
De tweetonige klaxon doet het prima. Met snerpend hard geluid zorgt dit nuttige apparaat steeds voor ruim baan. "Voor een snelle fietser was dat eigenlijk best ook een goed apparaat", zegt Bassie lachend, en komt meteen ook nog met een ander idee:
(119) Bassie Briljant trekt de weerstand van 33 kΩ (oranje-oranje-oranje) eruit en vervangt hem door een weerstand van 15 kΩ (bruin-groen-oranje).
Als je nu op de toets drukt wordt de toon nog hoger en snerpender.



Bassie Briljant legt dit uit:

"Scherpzinnige lezers hebben natuurlijk allang gezien dat het linkerdeel van de schakeling een oude bekende is uit proef 66. Het versterkermoduul echter is merkwaardig aangesloten: Op zijn ingang 'V' is namelijk helemaal niets aangesloten! We onthouden nu: Als je de ingang 'V' open laat, dan werkt het versterkermoduul met de versterkingsfaktor 1, dat wil zeggen, dat het helemaal niet versterkt. Dat lijkt nu een beetje onzinnig: Wat moet je nu met een versterker die niet versterkt? Nu, in mijn verklaring na proef 114 heb ik gezegd dat het moduul in staat is een voldoende grote stroom te produceren om een luidspreker aan te kunnen sturen. In deze schakeling dient het versterkermoduul uitsluitend daartoe.
En nog een bijzonderheid moet ik uitleggen. De luidspreker is in serie geschakeld met de kondensator C3 van 100 µF. Dat is verbazingwekkend omdat wij immers weten, dat kondensatoren helemaal geen stroom doorlaten maar alleen opgeladen en ontladen kunnen worden. Maar net die eigenschap gebruiken we hier: Het voortdurende op- en ontladen van de kondensator heeft een konstant wisselende stroom door de luidspreker tot gevolg. Deze stroom noemt men dan ook wisselstroom."

Morsezoemer zonder geluidsoverlast: Geluidssterktes voor alle omstandigheden

De buurman van Bassie Briljant heeft een zwak zenuwgestel. "Uw morsetoestel maakt mij gek", klaagt hij, waneer Bassie Briljant 's avonds het laatste nieuws naar zijn vriend Modderman in Egypte seint. "Stopt U toch eens Uw luidspreker onder een kussen!" Maar Bassie Briljant lost zo'n probleem elegant elektronisch op. Een serie proeven leert hem hoe de versterker ingesteld moet worden, dat er geen overlast ontstaat.

(120) Hij zet een morsetoetsel met versterker zo in elkaar als de tekening aangeeft. De weerstand R7 plaatst hij vooralsnog niet.

Het morsetoetsel doet het weliswaar maar natuurlijk is nog niets te horen omdat de toets in de luidsprekerleiding geschakeld zit. Bassie Briljant drukt op de toets en doet een paar morseoefeningen.

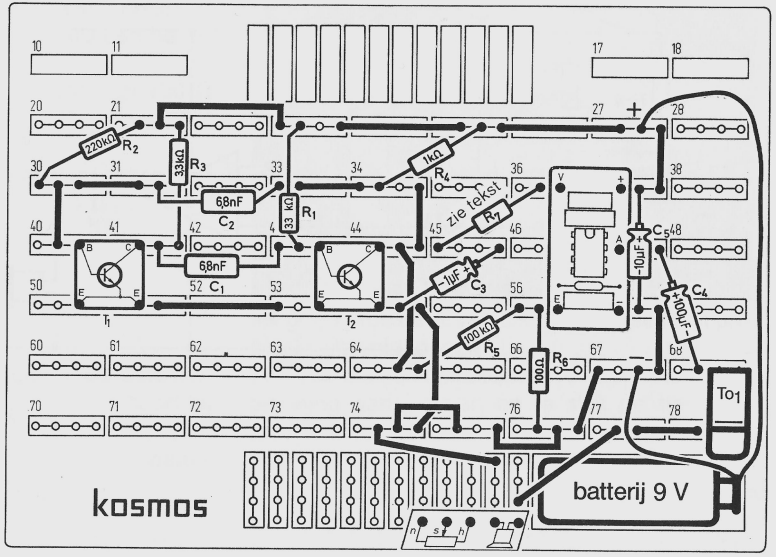
Het geluid dat de luidspreker produceert, is zo zacht, dat je je flink moet inspannen, wil je iets horen.

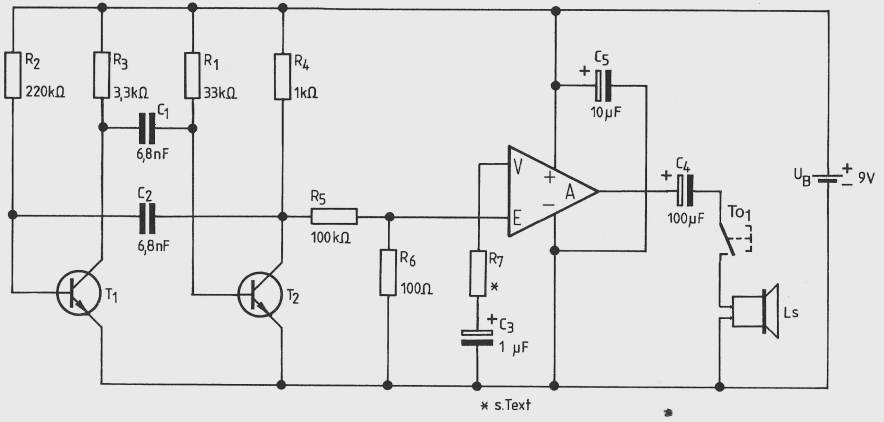
(121) Als R7 wordt nu een weerstand van 470 Ω geplaatst (geel-paars-bruin). De seintoets wordt nu ingedrukt.

Het geluid is nu al aanzienlijk harder maar Bassie Briljant probeert nog een andere weerstandswaarde uit:

(122) De weerstand van 470 Ω wordt er weer uit getrokken en door eentje van 10 Ω (bruin-zwart-zwart) vervangen.

"Dat laatste geluid was te hard, maar het voorlaatste weer te zacht", mompelt Bassie Briljant, "maar hoe krijg ik een weerstandswaarde die er tussenin ligt? – Nou, dat is toch overduidelijk",

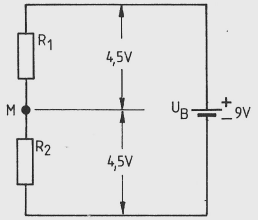


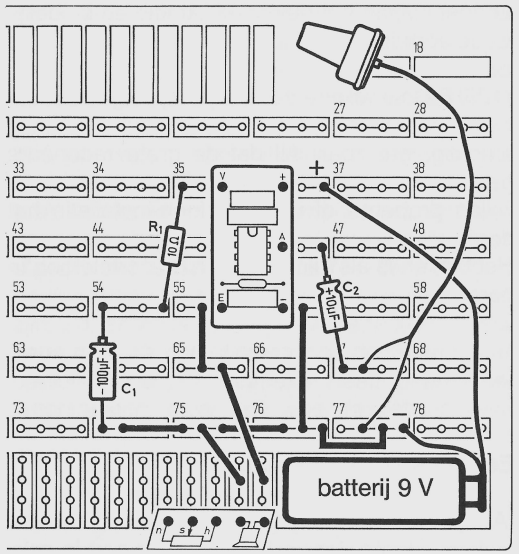


roept hij na enig nadenken uit, "je hoeft alleen maar ..."
Wat voor plan heeft onze vernuftige uitvinder dan wel?
Oplossing: Hij heeft twee weerstanden van elk 470 Ω parallel geschakeld zodat een weerstandswaarde van 235 Ω als resultaat ontstond.
Tenslotte probeert Bassie Briljant nog uit of een lage toon zijn buurman wellicht veel aangenamer in de oren klinkt.
(123) Hij trekt er de weerstand van 220 kΩ (rood-rood-geel) R2 uit en vervangt deze door een weerstand van 680 kΩ (blauw-grijs-geel).
"Deze toon is zo slaapverwekkend", stelt Bassie Briljant vast, "dat waarschijnlijk geen mens meer zal klagen. Maar heeft dat eigenlijk nog wel iets met een morsetoestel te maken?"

Verlengstuk van het oor: Elektronisch afluisteren

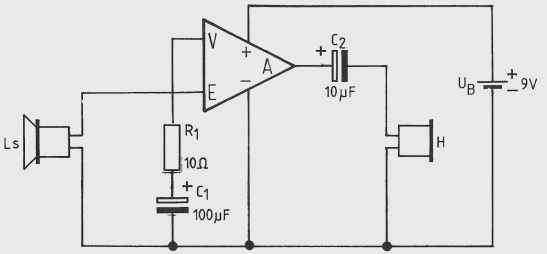
Als Bassie Briljant iets nieuws uitvindt (en dat is immers zijn hoofdberoep), dan zijn er geen grenzen aan zijn ideeënrijkdom. "Ik heb ontdekt", zo verklaart hij vol trots, "dat je een gewone luidspreker ook als mikrofoon kunt gebruiken. Ik zal dat meteen eens demonstreren."
(124) Bassie Briljant zet een mikrofoon-installatie volgens de tekening in elkaar. Hij stopt de oortelefoon in zijn oor en tikt nu voorzichtig tegen het paneelhuis.





Bassie Briljant legt uit:

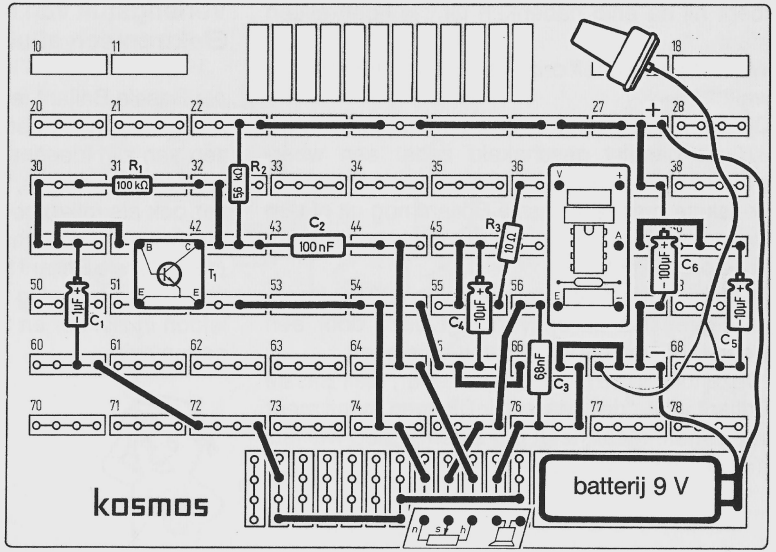
"Het bijzondere van deze schakeling zit hem in de serieschakeling van R5 en R6: de twee weerstanden vormen een spanningsdeler. Dit begrip zullen we in het kort verder uitleggen.
De tekening midden rechts laat een spanningsdeler zien met twee even grote weerstanden R1 en R2. De elektrische spanning, dus de 'druk' die op deze serieschakeling wordt uigeoefend, bedraagt 9 V. Door de remmende werking van weerstand R1 is de 'druk' bij punt M tot de helft gedaald. Wij zouden bij M dus nog maar een spanning van 4,5 V meten. Je ziet: De 'druk', dus de elektrische spanning, wordt door de weerstanden in twee delen gesplitst; vandaar het begrip 'spanningsdeler'. Natuurlijk kunnen de weerstanden ook verschillende waarden hebben. In de schakeling van proef 120 is de weerstand R5 precies 1000 keer zo groot als R6. Dus vermindert R5 de druk natuurlijk ook 1000 keer zo sterk als R6. Bij R6 blijft nog maar de duizend maal verzwakte kollektor-spanning van T2 over, en die brengen we over op de ingang 'E' van de versterker.
Wij onthouden: Een spanningsdeler kan een spanning in willekeurige deelspanningen opsplitsen, je kunt hem als spanningsverzwakker toepassen.

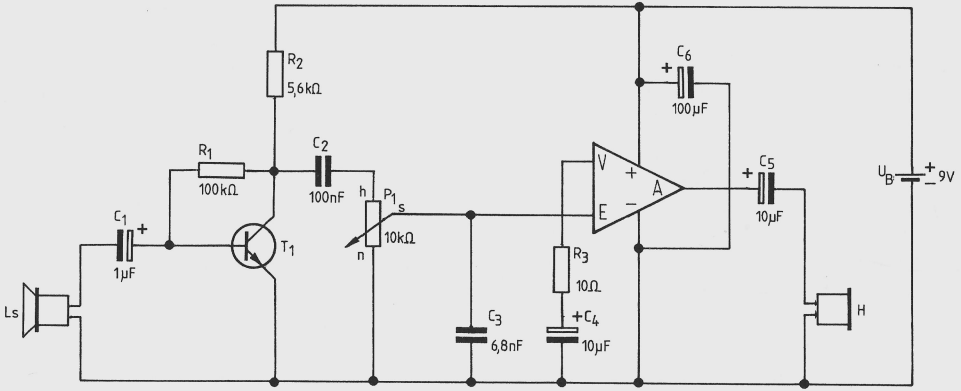


Zonder twijfel, het geklop klinkt luid en duidelijk uit de oortelefoon: de luidspreker funktioneert als een mikrofoon.
(125) Bassie wil heel zeker zijn, hij buigt zich over het luidspreker-gaas op het paneel en blaast krachtig, net zoals hij dat de grote redenaars heeft zien doen, die voor de mikrofoon staan en willen proberen of de mikrofoon-installatie het doet.
Het blazen is als luid gekras in de oortelefoon te horen.

Een elektronische babysit

"Als je dat ding nog gevoeliger zoudt kunnen maken", denkt Bassie hardop, "dan zou je zo'n installatie heel goed als elektronische babysit kunnen gebruiken: Het apparaat met de luidspreker als mikrofoon moet dan in de kinderkamer staan en de oortelefoon moet je dan via een heel lange kabel in de woonkamer aansluiten. Dan kunnen de ouders steeds door de oortelefoon horen, wat er in de kinderkamer gebeurt."
(126) Bassie zet de elektronische babysit zo in elkaar als de afbeelding laat zien. De knop P1 op het bedieningspaneel draait hij eerst helemaal naar rechts.
Je zou bijna denken dat je met deze installatie het vallen van een speld zoudt kunnen horen: elke beweging in de kamer, het dichtvallen van deuren buiten, zelfs het ademhalen van een mens in de buurt van de luidspreker-mikrofoon is in de oortelefoon te horen.

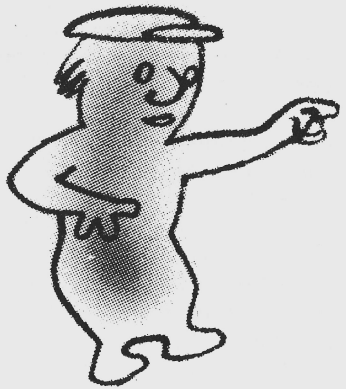




"Dat is geweldig", zegt Bassie verheugd, "maar deze extreme gevoeligheid kan bijna te veel zijn. We zullen de potentiometer P1 maar eens een beetje terugdraaien."

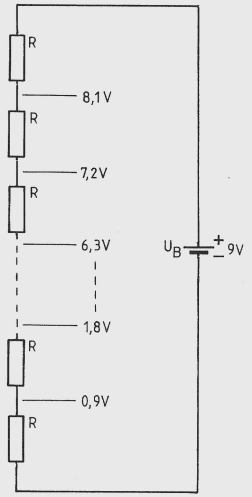
(127) Bassie draait de knop P1 een beetje naar links en stelt zo de gevoeligheid vast, die hij voor zijn doel nodig acht.
"Ik herinner mij", denkt Bassie, "dat bij radio-uitzendingen, waarbij de luisteraars kunnen opbellen, soms een vreselijk gepiep ontstaat. Ik denk dat we dat met onze mikrofoon-installatie ook kunnen maken."

(128) Hij draait knop P1 weer helemaal naar rechts en houdt de oortelefoon met het kleine gaatje naar beneden vlak boven het luidsprekergaas.
Meteen klinkt er een onaangenaam gepiep uit de oortelefoon.
"Aha", stelt Bassie tevreden vast, "dat is de beroemde 'akoestische terugkoppeling'. Daar zullen we het meteen eens over hebben."

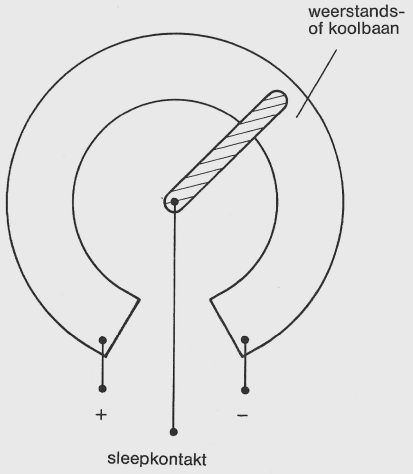


Bassie Briljant legt uit:

"Akoestische terugkoppeling treedt op wanneer geluidsgolven van een luidspreker bij een mikrofoon komen die aan dezelfde installatie is aangesloten. Stel, in de kamer is het piepstil. Dan gebeurt er niets. Maar het kleinste geluid – al is het maar het ademhalen van een mens – wordt door de mikrofoon opgevangen, door de versterker enorm versterkt en door de luidspreker weergegeven. Het versterkte geluid uit de luidspreker komt bij de mikrofoon, wordt weer versterkt enz.: Het systeem 'mikrofoon-versterker-luidspreker' begint te trillen, wat een afschuwelijk gepiep veroorzaakt.



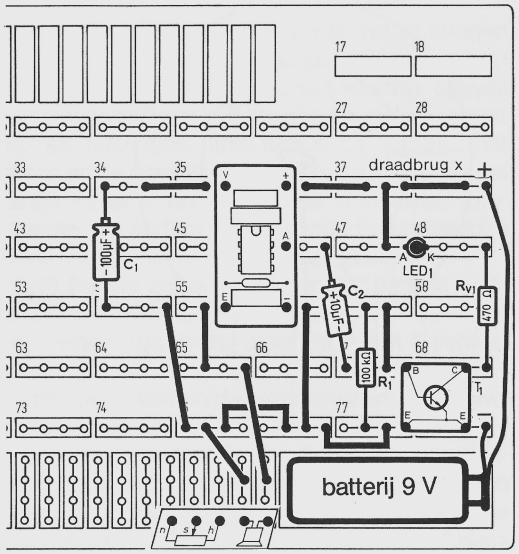
We zullen meteen een nieuw onderdeel leren kennen, dat we hier voor het eerst hebben toegepast: de potentiometer. We stellen ons voor, dat we een spanningsdeler hebben van 10 even grote weerstanden. Met deze spanningsdeler kun je negen verschillende deelspanningen instellen – van 0,9 tot 8,1 V. Nu zou je weer je fantasie kunnen laten gaan en aannemen, dat je een spanningsdeler met een heel groot aantal weerstanden ter beschikking hebt – de instelbare deelspanningen zouden dan net zo fijn getrapt zijn. Zo, en nu is het nog maar een klein sprongetje naar de potentiometer op de volgende afbeelding: De potentiometer heeft geen losse weerstanden, maar een weerstandsbaan waar-



op een sleepkontakt glijdt. Daarmee kan elke willekeurige deelspanning traploos worden ingesteld."

Maakt geluid zichtbaar: Het lichtorgel

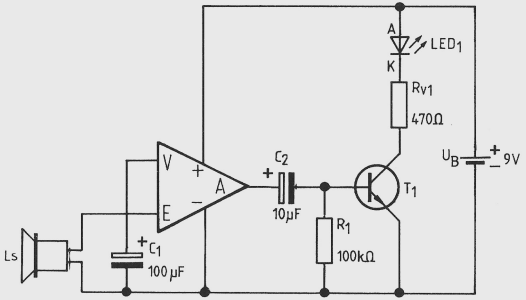
Bassie Briljant gaat puur om wetenschappelijke redenen een avondje naar de disko. Hij is natuurlijk niet in de eerste plaats voor die nieuwe dans gekomen, maar voor de elektronika, die in de schemerige ruimte de vreemdste lichteffekten veroorzaakt.
"Zo'n 'lichtorgel'", peinst Bassie, "is toch eigenlijk een heel simpele aangelegenheid. Die kunnen wij met onze elektronische onderdelen ook in elkaar zetten." En terwijl hij – nog half doof door het diskolawaai – naar huis gaat, heeft hij reeds een schema voor de opbouw in zijn hoofd.

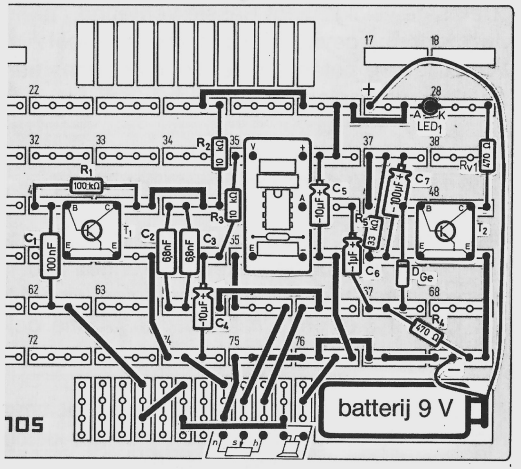


Bassie bouwt een eenvoudig lichtorgel als op de afbeelding getoond en steekt er als laatste de draadbrug x voor de stroomtoevoer in. De LED licht heel even op en dan gebeurt er helemaal niets meer. Maar Bassie weet het al:

(129) Hij klopt op de tafel waar het apparaat op staat, en blaast ook nog eens in de luidspreker. De LED flikkert bij elk geluid dat door de als mikrofoon gebruikte luidspreker geregistreerd wordt. Maar Bassie is nog niet helemaal tevreden. "Ik ga de schakeling zo verfijnen dat de LED al bij matig harde radiomuziek in de kamer op de maat aan en uit gaat en flikkert."

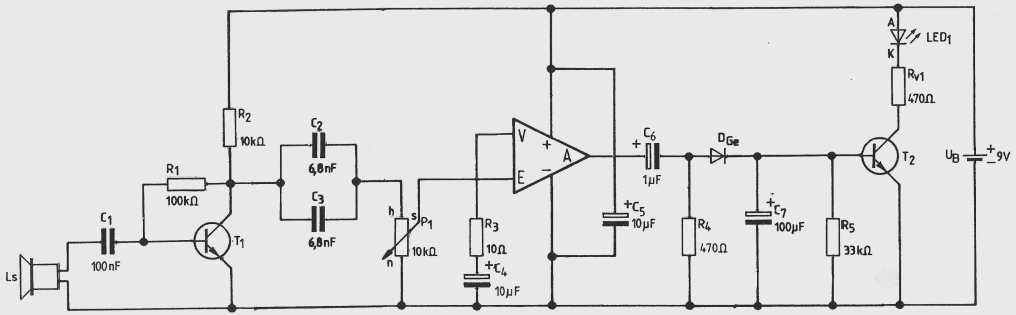
(130) Bassie zet een zeer gevoelig lichtorgel volgens de tekening rechts in elkaar en draait knop P1 eerst helemaal naar rechts.
Nu hoef je nog maar in de buurt van de luidspreker met je vingers te knippen of een liedje te fluiten: het flitsen van de LED geeft aan dat het geluid werd geregistreerd. "De mogelijkheden

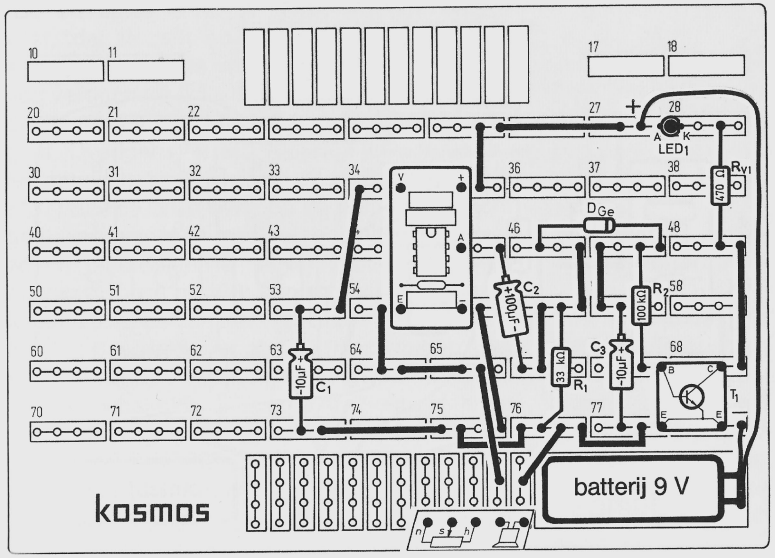


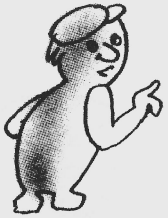


van de potentiometer mogen niet vergeten worden", leert de grote uitvinder Bassie Briljant. "Het gedrag van mijn lichtorgel moet een ietsje veranderd worden!"

(131) Hij draait P1 langzaam naar links en ziet hoe de gevoeligheid van het lichtorgel konstant afneemt.
Bassie doet nog een voorstel: "Je kunt met dit lichtorgel ook gewone 220 V-lampen besturen, als je het KOSMOS-netschakelapparaat X hebt. Dit nuttige apparaatje wordt gewoon in plaats van de serieschakeling van LED en weerstand van 470 Ω in de schakeling gezet!"





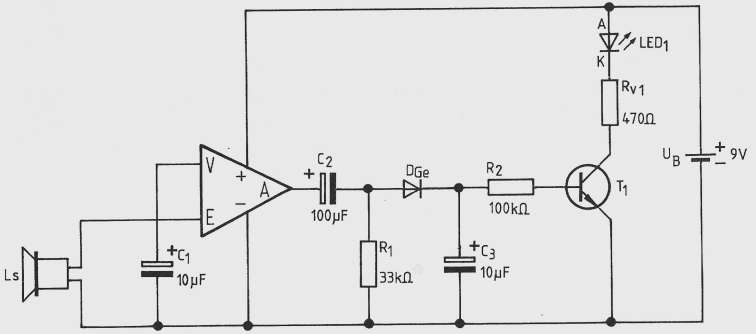


Reageert op daverend applaus: de applausmeter

Wie Bassie Briljant goed kent weet dat hij niet alles bloedserieus neemt. "Het ligt in de aard van de mens dat hij graag speelt, en de elektronika spoort immers aan tot spelen", filosofeert hij eens op een vergadering van zeer geleerde wetenschappers. En wanneer die wetenschappers hem een daverend applaus geven haalt hij slinks lachend zijn nieuwste uitvinding tevoorschijn: een applausmeetapparaat. "Hartelijk dank, mijn elektronische applausmeter zegt mij juist dat ik zeker kan zijn van Uw hooggewaardeerde instemming. Ik zal U meteen laten zien hoe men een dergelijk apparaat kan bouwen, dat iemands gevoel voor eigenwaarde streelt."

(132) Bassie zet een applausmeter in elkaar, net zoals de afbeelding beneden links laat zien. De plusleiding naar de batterij steekt hij er pas het laatst in.

De LED gaat meteen aan, wordt echter na verloop van vier tot vijf sekonden steeds donkerder en gaat helemaal uit.



(133) Bassie Briljant klapt nu voor de luidspreker eens hard in zijn handen.
De LED gaat plotsklaps aan en gaat dan langzaamaan weer uit. "Het principe van mijn applausmeter", zo legt Bassie uit, "is dat de LED alleen dan blijft branden, wanneer de mikrofoon niet alleen een enkele klap opvangt maar voortdurend applaus. Ik zal dit dadelijk demonstreren":

(134) Bassie applaudiseert een hele poos voor de luidspreker.
De LED blijft nu zo lang branden totdat het geklap ten einde is.

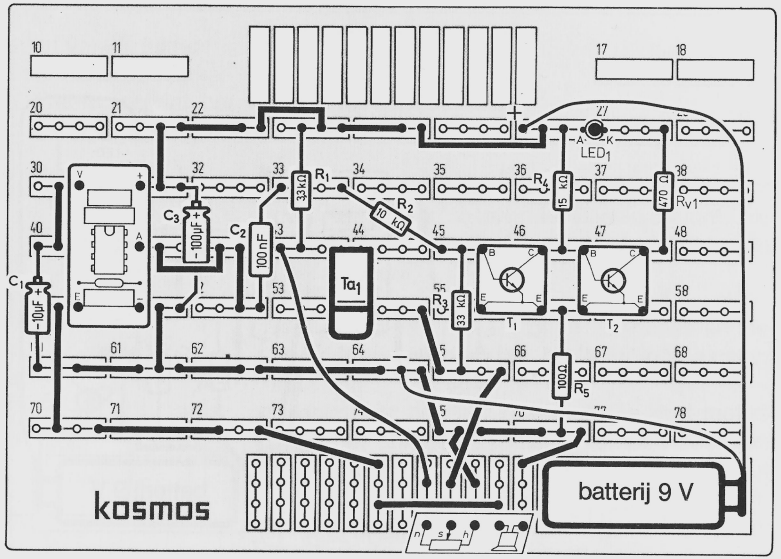
Steeds tot Uw dienst: elektronische tover-klap-schakelaar

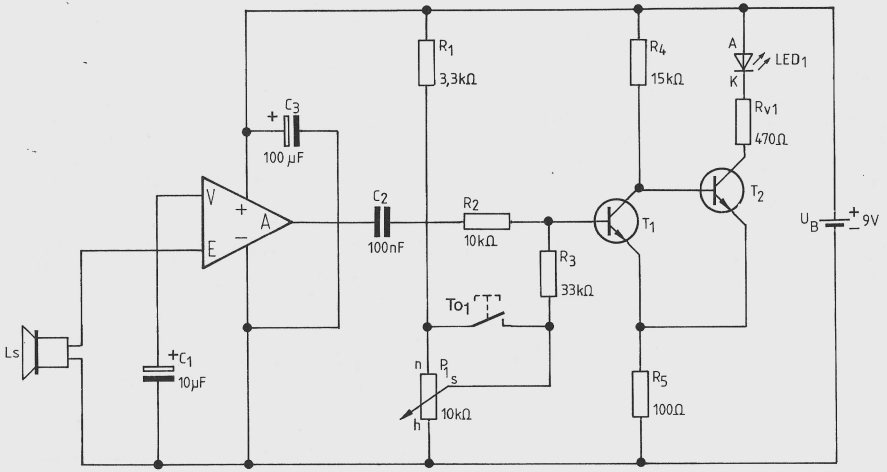
Dat hebben we allemaal al eens meegemaakt: Je komt in een donkere kamer, je zoekt vertwijfeld naar de lichtknop, je vindt hem niet, maar wel stoot je je schenen aan de stoel en knal je met je hoofd tegen het boekenrek. Bassie als echte elektrotechnikus kent zulke problemen niet meer. Hij komt een kamer binnen, klapt in zijn handen en – als door tovenarij – het licht gaat aan. "Ik zal jullie die truuk graag uitleggen", zegt hij en laat ons een schakelschema zien.

(135) Bassie zet de elektronische tover-klap-schakelaar zo in elkaar als de tekening laat zien. Knop P1 zet hij ongeveer op 3. Dan klapt hij vlak voor de luidspreker een paar keer flink in zijn handen.
De LED gaat elke keer even aan, maar blijft verder donker. "Dat kan niet de bedoeling zijn", zegt Bassie daarop, "de potentiometer moet naar 'grotere gevoeligheid' worden gedraaid."
(136) Bassie draait de knop P1 langzaam zo lang naar rechts, totdat de LED aangaat en blijft branden. Nu draait hij de knop weer een klein beetje terug naar links.

Bassie Briljant legt dit nader uit:

De truuk van de schakeling is dat met één enkele klap de kondensator C2 wordt opgeladen. Dat leidt er nu toe dat ook C3 via de diode D kan worden opgeladen en zo de transistor geleidend maakt: De LED gaat aan. Nu gebeurt er echter iets vreemds: De diode D voorkomt dat C3 via de weerstand van 33 kΩ kan ontladen, omdat ze voor de ontlaadstroom in sperrichting staat. C3 kan nu alleen via de tamelijk grote weerstand R2 van 100 kΩ ontladen worden, en dat duurt een poos. Daarom gaat de LED ook maar héél langzaam uit. Wanneer nu meerdere klappen vlak op elkaar volgen, dan heeft C3 letterlijk 'geen tijd' in de tussentijd te ontladen en de LED blijft branden."





"De installatie is nu zo gevoelig", stelt Bassie vast, "dat ze zelfs op het kuchen van een vlieg zou reageren. Wie wil, mag de knop natuurlijk nog verder naar links terugdraaien zodat de LED daadwerkelijk aleen bij een hard klap-geluid aangaat. Overigens: ik ben vergeten jullie te vertellen, hoe je het licht weer uitschakelt."

(137) Bassie drukt even op de toets en het licht gaat weer uit. "Aan mijn tover-schakelaar kun je zonder problemen via het KOSMOS-netschakelapparaat X (zie blz. 68) een schemerlamp aansluiten, zodat de schakeling voor praktische doeleinden daadwerkelijk gebruikt kan worden. Het netschakelapparaat X wordt in plaats van de in serie geschakelde LED en 470 Ω-weerstand in de schakeling gezet. Bovendien moet dan de weerstand van 100 Ω (bruin-zwart-bruin) door eentje van 10 Ω (bruin-zwart-zwart) worden vervangen. Ik wil echter nog een en ander over de tover-schakelaar zeggen":

Bassie Briljant verklaart:

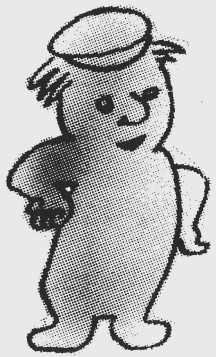
"Het rechterdeel van de schakeling met de twee transistoren noemen ze 'Schmitt-trigger', omdat deze schakelwijze door een zekere mijnheer Schmitt is uitgevonden. Een Schmitt-trigger herken je daaraan dat de twee emitters van de transistoren met elkaar verbonden zijn en via een gemeenschappelijke weerstand (in proef 135: R5 van 100 Ω) op de minpool van de batterij zijn aangesloten.

Het Engelse woord 'trigger' betekent zoiets als 'trekker', zoals aan een geweer zit. Het begrip 'Schmitt-trigger' zou je waarschijnlijk het beste kunnen vertalen met 'drempelwaardeschakelaar', zoals we nog zullen zien. De spanning, die we aan zulk een elektronische schakelaar moeten aanleggen, moet eerst een bepaalde drempelwaarde bereikt hebben, voordat de schakelaar omschakelt. Ook indien de spanning maar heel langzaam en geleidelijk stijgt, schakelt de trigger pas bij het bereiken van deze drempelwaarde.

De zaak zit nu zo: Als de linker transistor geleidend is, dan is de rechter noodgedwongen gesperd: de LED is donker. De drempelwaarde wordt door de weerstand R5 van 100 Ω en door de grootte van de daardoor vloeiende stroom beïnvloed. Via de tamelijk grote weerstand van 15 kΩ vloeit door de transistor T1 en natuurlijk ook door R5 slechts een zeer kleine stroom, dus ligt de drempel laag.

Kijken we nu eens naar potentiometer P1: we hebben deze zo fijn ingesteld dat T1 nog net geleidt en T2 dus spert. (LED is donker). Een geluid voor de luidspreker-mikrofoon heeft via de kondensator C2 voor korte tijd een wisselspanning tot gevolg, zodat T1 spert en T2 geleidend wordt. En nu zie je de truuk: Omdat de kollektorweerstand van T2 slechts 470 Ω bedraagt, vloeit nu door R5 een aanzienlijk grotere stroom, en de geluidsgolf heeft zichzelf bij wijze van spreken automatisch verhoogd. Ook indien er geen geluiden meer optreden, blijft T1 gesperd. Pas wanneer je op de toets drukt, wordt T1 bij wijze van spreken 'met geweld' geleidend gemaakt, en de oorspronkelijke situatie is weer hersteld."

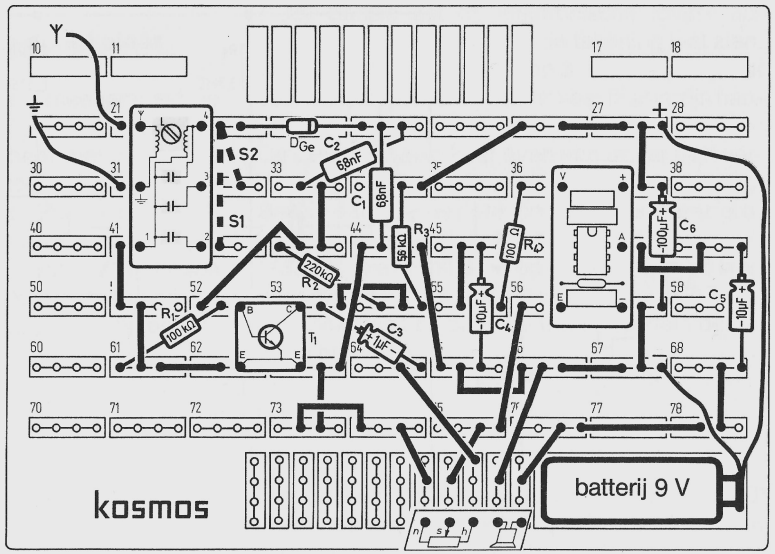
Je vrienden luisteren mee: Radio-ontvanger met luidspreker

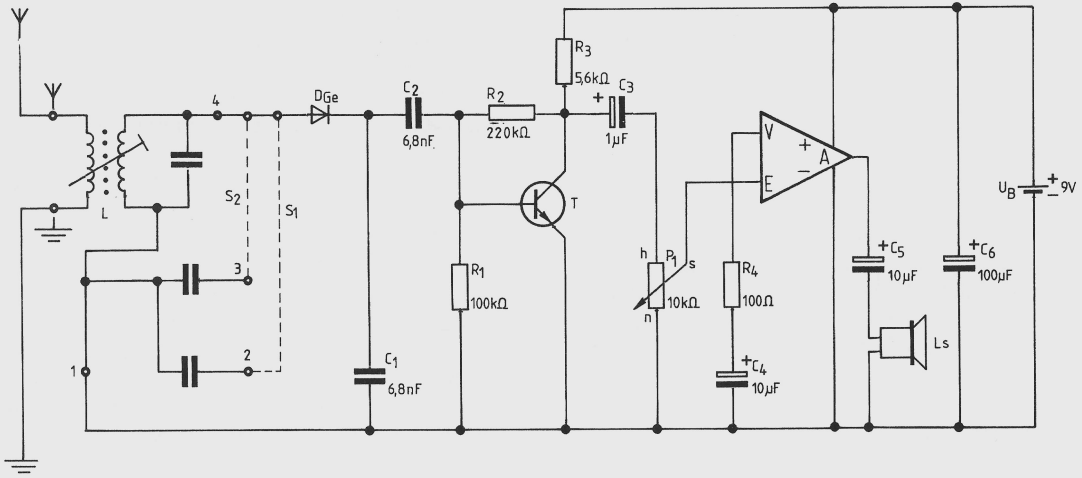


Voor stille uurtjes is een radio-ontvanger met oortelefoon weliswaar onvervangbaar, maar een gezellig samenzijn met vrienden vereist toch muziek uit de luidspreker. De eerste radioschakeling wordt vrijwel ongewijzigd van proef 109 overgenomen en met ons versterkermoduul uitgebreid.

(138) De radio met luidspreker wordt volgens de tekening opgebouwd en overeenkomstig de instrukties van de proeven 109 en 110 ingeschakeld.

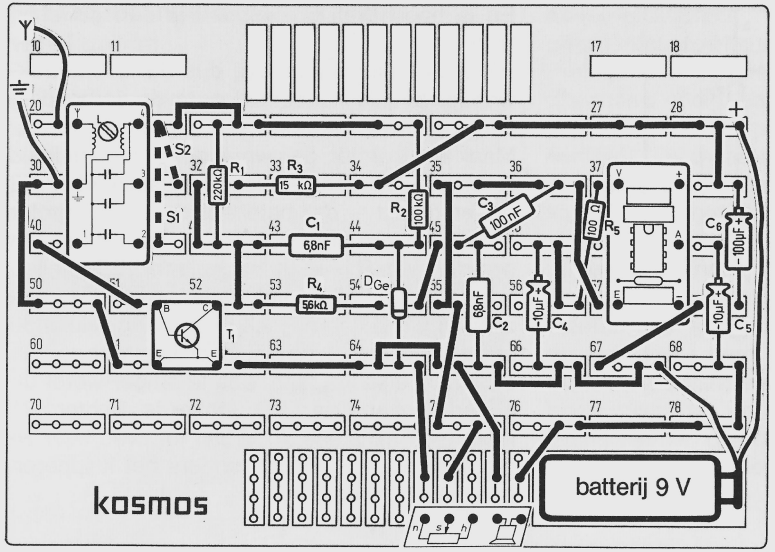
Zijn antenne en aarde goed aangesloten, dan zul je nu ongestoorde luidsprekerontvangst van een naburige zender hebben.





Voor iets verderaf gelegen zenders raadt Bassie weer de al uit proef 111 bekende reflexontvanger aan.

(139) De reflexontvanger met luidsprekerweergave bouw je volgens de afbeelding op de volgende pagina; inschakelen en zenderkeuze geschieden net zoals bij proef 109 en 110.

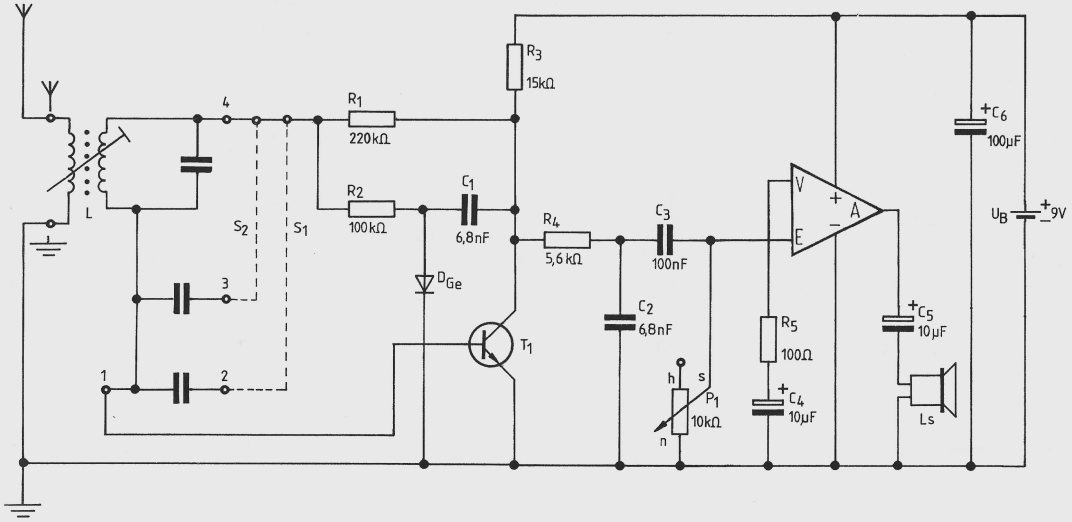


De versterker anders gebruikt: Hoe je van de nood een deugd maakt

"De genialiteit van een wereldberoemde uitvinder is zijn vermogen, verder te denken dan starre bouwschema's en onderdelen heel anders toe te passen, dan de fantasieloze fabrikant bedoeld heeft." Bassie is weer eens helemaal in zijn element. "Kijk eens, we gebruiken weerstanden heel netjes, opdat onze elektronische schakelingen werken. Maar ik zeg: Als bij mij thuis de verwarming uitvalt, dan kan ik een weerstand heel goed gebruiken om mijn voeten aan te warmen." En omdat zijn publiek hem half ongelovig, half lachend aankijkt, levert hij ook meteen het bewijs: *(140)* Bassie neemt de weerstand van 10 Ω (bruin-zwart-zwart) en houdt hem tegen een 9 V-spanningsbron (deze proef alleen uitvoeren wanneer je een KOSMOS-nettrafo X hebt, omdat bij gebruik van batterijen deze in een oogwenk leeg zouden zijn, omdat de stroom door de weerstand zo groot is).

"Alstublieft, U kunt duidelijk voelen dat de weerstand warm wordt. Overigens: elektrische verwarmingen werken ook volgens dit principe."

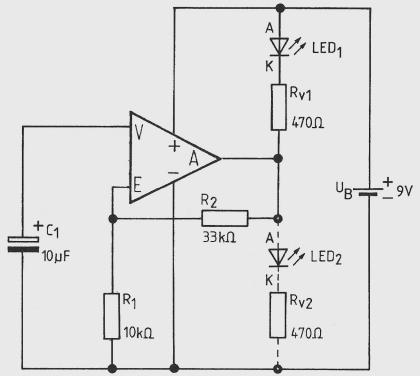
Maar Bassie heeft eigenlijk een heel ander plannetje: "Onze versterker kan versterken. Prima, dat weten we nu. Maar kan hij nog meer? Veel mensen ergeren zich erover dat een versterker bij zeer grote versterkingsfactoren tot trillen neigt, dat wil zeggen, hij geeft dan zelf een pieptoon. Ik moet toegeven dat dat bij muziekprogramma's heel hinderlijk is. Maar ik, Bassie Briljant, erger mij niet, maar gebruik deze eigenschap van de versterker, om geluiden precies naar mijn wensen te maken.

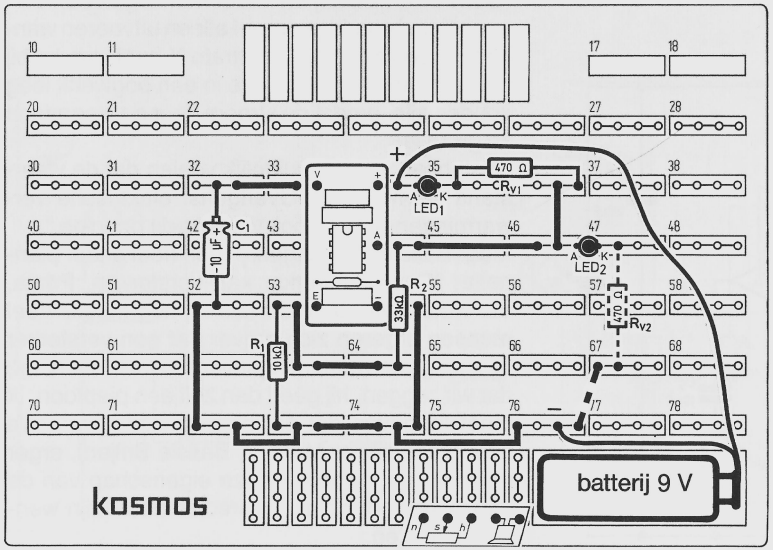


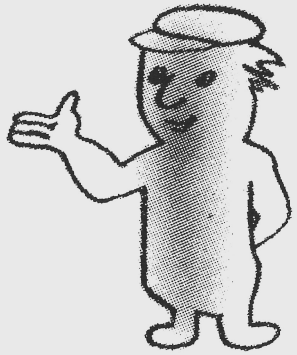
Ik zet zelfs nog een extra weerstand tussen uitgang en ingang opdat de versterker zeker gaat trillen. Ik kan hem ook zeer langzaam laten trillen en dit door een LED laten aangeven."

Snel en langzaam knipperen

(141) Bassie zet een knipperschakeling met het versterkermoduul in elkaar, zoals die staat aangegeven op de afbeelding. De gestreept getekende onderdelen laat hij voorlopig weg.







En ja hoor! De LED knippert in een geweldig tempo.
"Voor de knippersnelheid, dus de knipperfrekwentie, zijn de kondensator en de verhouding van de twee weerstanden verantwoordelijk. Maak je C1 groter, dan wordt de knippersnelheid lager. Maar als je de verhouding tussen R1 en R2 groter maakt – dat betekent dat je R1 groter maakt ten opzichte van R2 of R2 kleiner ten opzichte van R1 – dan knippert de LED sneller. We zullen dat bij de volgende proeven kunnen zien en we zullen nog een verbazingwekkende ontdekking doen: Hoe dichter de waarden van R1 en R2 bij elkaar liggen, des te langer wordt de periode, waarin de LED donker is. Echter: R1 moet toch minstens anderhalf tot twee keer zo groot als R2 zijn, omdat anders het knipperen helemaal ophoudt.

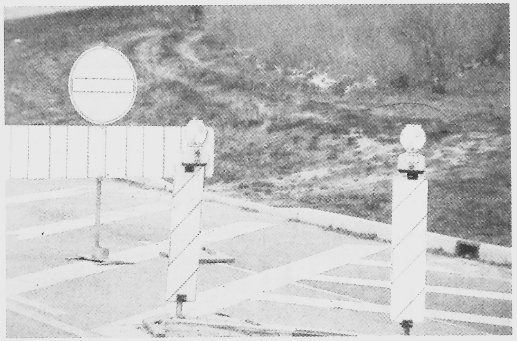
(142) Trek de weerstand van 10 kΩ (bruin-zwart-oranje) eruit en vervang hem door eentje van 3,3 kΩ (oranje-oranje-rood).
De LED schijnt nu konstant te branden; in werkelijkheid knippert ze zo geweldig snel, dat het oog dit niet meer kan zien.

(143) Haal de kondensator van 10 µF eruit en zet er eentje van 100 µF voor in de plaats.
De LED knippert nu ongeveer drie keer per sekonde.

(144) Vervang nu de weerstand van 33 kΩ (oranje-oranje-oranje) door eentje van 5,6 kΩ (groen-blauw-rood).
De LED flitst nu eventjes op en blijft dan ongeveer twee sekonden donker.

Waarschuwingsknipperlicht met twee lampen

Wie met open ogen door de wereld stapt zal zeker bij wegopbrekingen maar ook op een kruispunt al eens een knipperlichtinstallatie gezien hebben, waarbij twee lampen afwisselend branden.

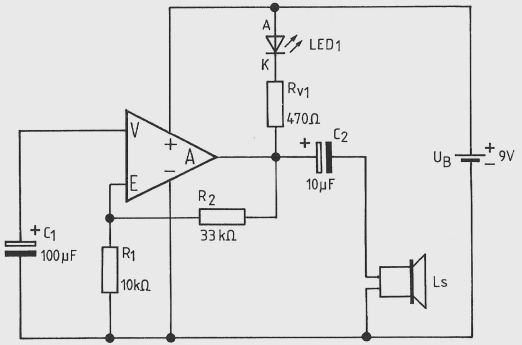


(145) In de opbouw van proef 144 zetten we nu ook nog de met streepjeslijnen getekende onderdelen.
Vanzelfsprekend kan deze dubbele waarschuwingsknipperlichtinstallatie ook met alle weerstands- en kondensatorwaarden van de proeven 141 tot en met 144 worden uitgeprobeerd!

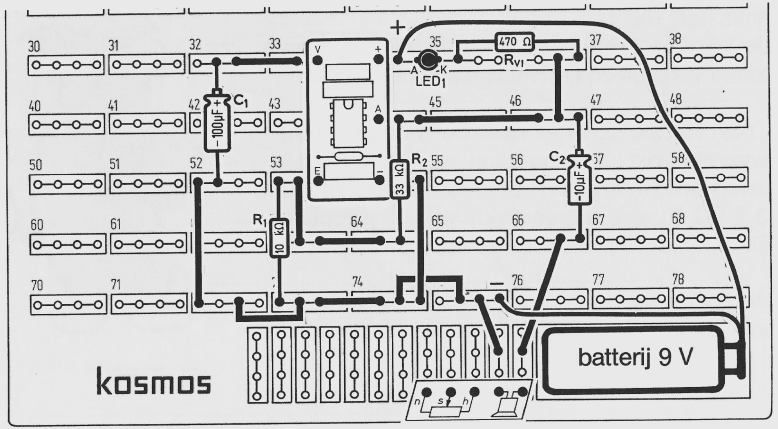
Knipperlicht uit? Akoestische kontrole

"Ik heb intensief bestudeerd", zo begint Bassie een lezing voor de 'Vereniging voor mensvriendelijke elektronika', "hoe het toekomstige energieprobleem zou kunnen worden opgelost. Ik zeg slechts: We hebben elektronische kontroleapparaten nodig. Ja zeker!", gaat hij vol vuur door, wanneer zijn publiek hem niet begrijpend aankijkt. "De mens is vergeetachtig. Hier staat een kraan open, daar brandt onnodig een lamp, kookplaten worden niet uitgeschakeld, radio's staan aan, terwijl niemand luistert. Etalageverlichtingen branden de hele nacht, zonder dat iemand langskomt om in de etalage te kijken. Wij moeten ons probleem elektronisch aanpakken, de elektronika heeft de toekomst! Ik laat U nu eens aan de hand van een heel eenvoudig voorbeeld zien dat de autofabrikanten mijn idee allang hebben overgenomen: Ik zet voor U een autoknipperlicht met akoestische kontrole in elkaar."

(146) Bassie maakt een opto-akoestisch autoknipperlicht volgens de tekening. Bij elk in- en uit-



schakelen van de LED klinkt een knakgeluid ter kontrole, dat je wel moet horen. Maar terwijl zijn publiek nog met open monden van verbazing toekijkt, heeft Bassie alweer nieuwe ideeën.



Snelheidsroes: Een racefiets-simulator

Vluchtsimulatoren waarin piloten worden opgeleid, zijn al een hele tijd bekend. Maar nieuw is Bassies baanbrekende uitvinding van een racefiets-simulator: Hij maakt met een elektronische schakeling geluiden, zoals ze ontstaan wanneer je aan de vork van een voorwiel een stuk karton vastmaakt en dat stuk karton tegen de spaken laat klepperen. “Mijn uitvinding is daarom zo geniaal“, maakt Bassie op een perskonferentie bekend, “omdat ze de wielrenners in opleiding een gevoel voor de snelheid geeft. Je kunt er zelfs een versnelling mee simuleren!“

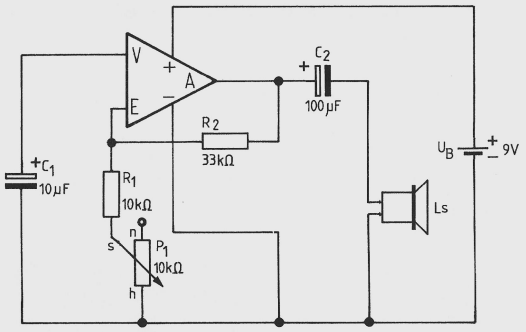
(147) Bassie zet de simulatorschakeling van de tekening in elkaar. De potentiometer P1 zet hij eerst eens in de meest linkse positie.
Er klinken knakgeluiden, alsof een racefiets net vertrekt.

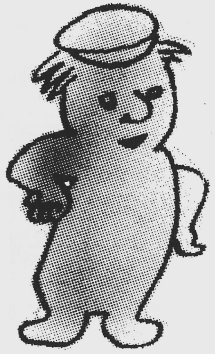
(148) Bassie draait nu P1 héél langzaam van links naar rechts.
Je krijgt nu het gevoel, alsof de wielrijder langzaam versnelt en een matige snelheid krijgt.

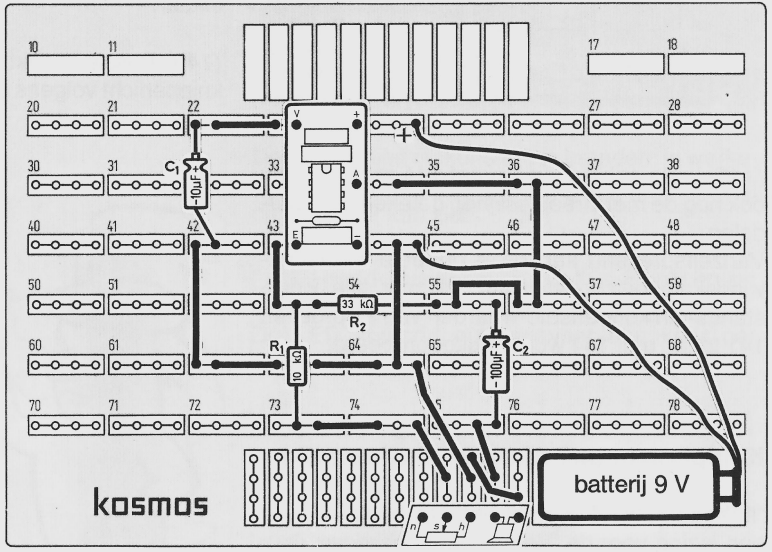
(149) Bassie schakelt naar de tweede versnelling: Hij trekt de weerstand van 10 kΩ (bruin-zwart-oranje) eruit en zet er een weerstand van 3,3 kΩ (oranje-oranje-rood) voor in de plaats. Daarna gaat hij verder zoals in proef 148.

Je voelt bijna, dat de fietser zich nu behoorlijk inspant om snelheid te krijgen.

(150) Bassie Briljant schakelt naar de derde versnelling: de weerstand van 3,3 kΩ wordt nu door een weerstand van 1 kΩ (bruin-zwart-rood) vervangen. Draai nu weer de potentiometer van links naar rechts. Hier merk je nu dat er beroepsrenners aan de gang zijn: in de meest rechtse positie van P1 wordt een hels tempo gesimuleerd. “Jammer, dat ik geen apparaat heb, dat simuleert hoe de wind om je oren fluit“, merkt Bassie met spijt op.







Elektronische pianola voor twee handen: de elektronische piano

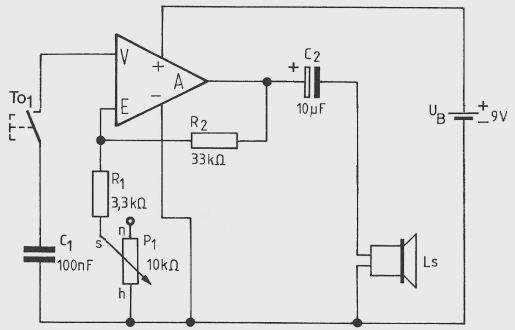
"Muziekinstrumenten waarbij door het aanslaan van een toets een bepaalde toon geproduceerd wordt, mogen tegenwoordig als achterhaald gelden", beweert Bassie Briljant als hij – hoe kan het ook anders – weer eens een nieuwe uitvinding demonstreert. "Het door mij ontwikkelde sensationele apparaat houdt veel meer rekening met de in elk mens aanwezige kreatieve muzikaliteit respektievelijk muzikale kreativiteit dan traditionele muziekinstrumenten. Kijk, een geluid moet je kunnen aanvoelen. Dat is het kardinale punt."

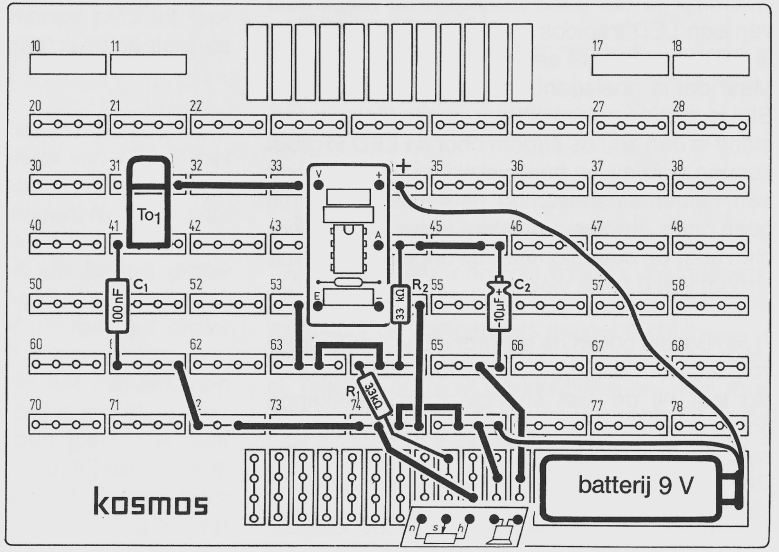
(151) Bassie Briljant zet de tweehandige pianola als afgebeeld in elkaar en drukt op de toets.
Er is een heel gewoon geluid te horen, van een melodie is nog helemaal geen sprake.
"Zo, en nu opgelet", zegt Bassie, "nu laat ik U horen, hoe een uitblinker op een modern instrument speelt."

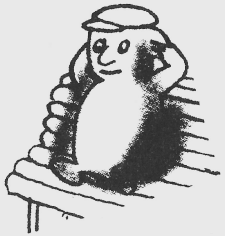
(152) Bassie omvat met duim en wijsvinger van de rechterhand de knop P1, draait hem een beetje en drukt met de wijsvinger van de linkerhand op de toets, draait weer aan de knop, drukt op de toets enz.
Zijn publiek staat perplex: virtuoos en zonder haperen speelt Bassie Briljant eerst 'La Paloma' en dan nog 'het smurfenlied'. Als een beroepsmuzikant geeft hij met de voet ook nog het ritme aan.
"Wanneer U een partner met zo'n zelfde apparaat heeft, kunt U natuurlijk ook tweestemmig spelen. De tweede stem moet dan wel lager zijn. Dat kun je zo doen:"

(153) Bassie trekt de kondensator van 100 nF eruit en vervangt deze door eentje van 1 μF en geeft ook meteen een staaltje van zijn kunnen.
De opgewekte tonen liggen nu ongeveer een oktaaf lager.
Voor zeer veelzijdige muzikanten stelt Bassie nu nog een andere variant voor:

(154) Hij trekt de weerstand van 3,3 kΩ (oranje-oranje-rood) eruit en vervangt hem door een weerstand van 1 kΩ (bruin-zwart-rood).
Het toonbereik omvat nu meerdere oktaven. Maar Bassie Briljant moet wel toegeven, dat het nu moeilijker geworden is om de juiste toon te vinden.





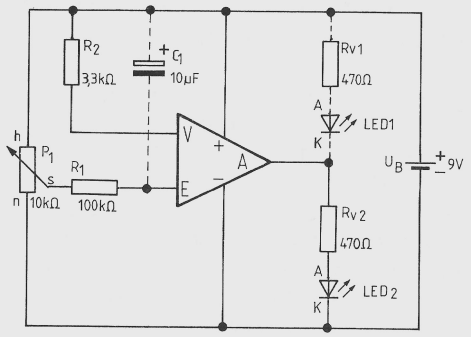


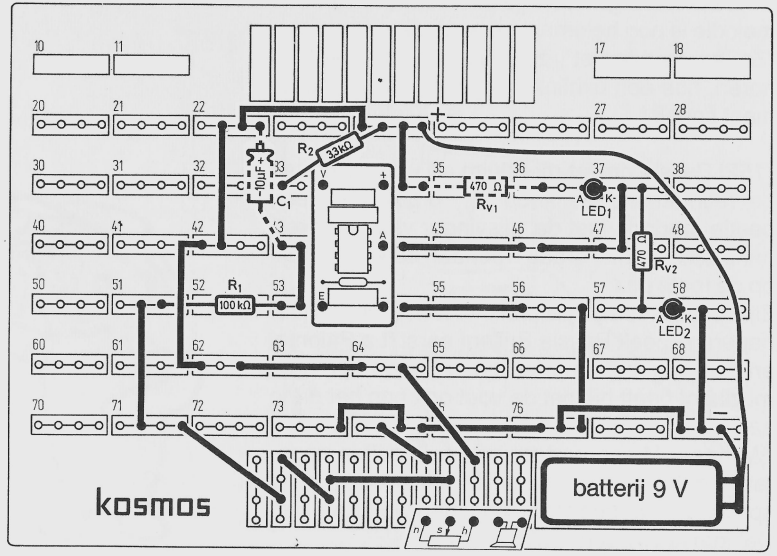
Traploze helderheidsinstelling: de lichtdimmer

Natuurlijk is het geen probleem de helderheid van een LED traploos te verminderen, wanneer je haar in serie met een potentiometer schakelt. Maar dat is onelegant en bovendien gevaarlijk: Stel je met de potentiometer een te kleine weerstand in dan zou de stroom door de LED te groot kunnen worden en haar vernielen. Bassie heeft een helderheidsbesturing uitgevonden waarbij geen enkel probleem ontstaat en waarbij bovendien door de potentiometer de ongelooflijk kleine stroom van 0,9 mA vloeit.

(155) Bassie bouwt de elektronische lichtdimmer volgens de hierbij getoonde afbeelding. Voorlopig laat hij de met streepjeslijnen getekende onderdelen buiten beschouwing. Hij zet de potentiometer ongeveer op 2.
De LED is donker. Het heeft dus zeker geen zin de potentiometer nog verder naar links te draaien.

(156) Bassie draait daarom de potentiometer P1 langzaam naar rechts en vervolgens heen en weer om het gedrag van de LED te kunnen zien. Elke willekeurige helderheid kan met deze elegante besturingsschakeling worden ingesteld. Maar de elektronische schakeling kan nog veel meer: Indien een tweede LED gebruikt wordt kan de schakeling het licht van de ene LED naar de andere overbrengen. Dit effekt kent waarschijnlijk iedereen van een stereo-installatie, wanneer je met de balansknop respektievelijk met de overgangsregelaar het geluid 'van de ene naar de andere luidspreker verschuift'.
(157) De optische overgangsregelaar wordt opgebouwd, door volgens de tekening de met streepjeslijnen getekende onderdelen LED 1 en RV1 ook nog in de schakeling te zetten.





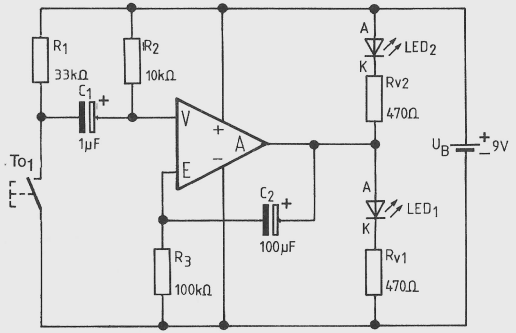
Wanneer nu de potentiometer van links naar rechts gedraaid wordt, gaat het licht van de ene naar de andere LED.
Bassie kent nog een truuk waarmee je een 'zachte overgang' van de ene naar de andere diode kunt maken.
(158) Hij plaatst nu ook nog de in het opbouwschema gestreept getekende kondensator van 10 μF in de schakeling.
Wanneer je nu héél snel de potentiometer van de ene naar de andere uiterste stand draait zul je zien dat de ene LED zeer langzaam uitgaat terwijl de andere héél langzaam aangaat.

Bassie Briljant legt uit:

"Wanneer je de ingang 'V' van het versterkermoduul via een weerstand met de pluspool van de batterij verbindt, dan gedraagt de schakeling zich zo, alsof er 'een rem ingebouwd' zou zijn: een geleidelijk stijgen van de spanning aan de ingang 'E' (langzaam draaien van de potentiometer met de klok mee) heeft aanvankelijk geen enkele zichtbare uitwerking op de uitgang. Dan echter, bijna als een donderslag bij heldere hemel, alsof iemand de rem heeft losgelaten, verandert de uitgangsspanning. Dat kun je aan de LED in proef 156 zien. Verderdraaien van de potentiometer tot aan de uiterste positie resulteert dan niet meer in een verdere toename van de helderheid van de LED.

Kalmpjes aan: verkeerslicht voor langzame voetgangers

Nood maakt vindingrijk zegt men wel eens. En ergernis drijft vernuftige mensen zelfs tot topprestaties. Bassie Briljant ergert zich: Hij staat als voetganger bij een drukke straat en wil oversteken. Maar de rij auto's is onafzienbaar en niemand stopt vrijwillig. Bassie schrijft een boze brief aan de burgemeester: "Wat de burgers nodig hebben is een verkeerslicht dat op verzoek – dus door een druk op de knop – omschakelt. Ik kan U mijn nieuwste uitvinding aanbevelen, die zo geniaal is dat de stad daarvoor voor mij een monument zal oprichten."
Bassie zet in het kantoor van de burgemeester het voetgangersverkeerslicht in elkaar zoals het hier te zien is. Hij sluit de batterij aan en legt de installatie uit:



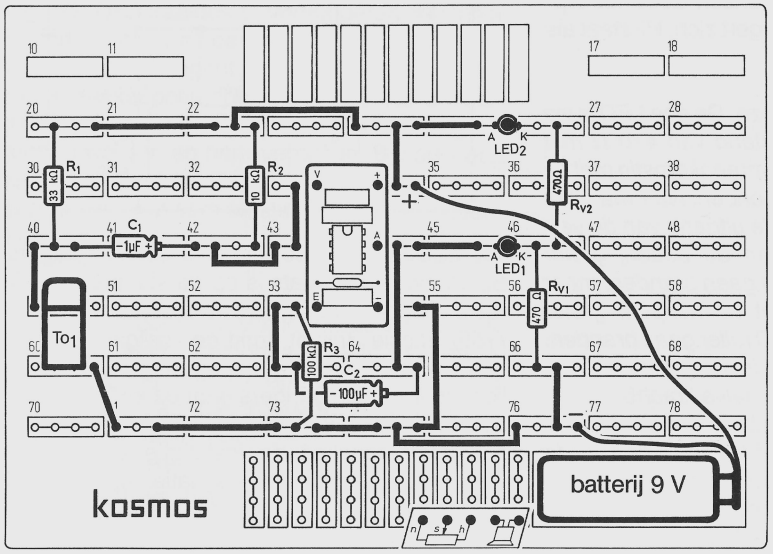
"De LED2 is het rode licht voor de voetgangers. Bij de oversteekplaats is op de stoep een druktoets voor de voetgangers aangebracht."
(159) Bassie Briljant drukt de voetgangerstoets in. Meteen schakelt de installatie om. Het rode licht voor de voetgangers gaat uit en LED1 gaat aan (rood licht voor de auto's). Na ongeveer 5 sekonden schakelt de installatie automatisch weer terug naar de oude situatie (het opbouwschema voor deze installatie staat op de volgende bladzijde beneden).

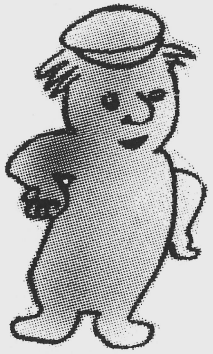
In proef 157 zitten de zaken zo: De ene LED is via de voorgeschakelde weerstand van 470 Ω met de pluspool en de andere overeenkomstig met de minpool van de batterij verbonden. Naarmate het spanningsverschil tussen de uitgang van de versterker en de pluspool van de batterij groter wordt, zal de bovenste LED gaan branden, maar naarmate het verschil met de minpool groter wordt, zalp de onderste LED feller gaan branden. Ligt de uitgangsspanning in het midden, dan branden de twee dioden op halve kracht.
Getruukt, maar makkelijk te begrijpen, is de zaak met de kondensator in proef 158: Hij wordt via de weerstand van 100 kΩ natuurlijk niet ineens maar geleidelijk omgeladen. Daardoor ontstaat dus dat 'zachte' aan- en uitgaan van de LED."

De burgemeester is enthousiast maar hij heeft nog een bezwaar: "Het zou voor oudere mensen prettig zijn wanneer zij iets meer tijd hadden om over te steken." Bassie is daarop voorbereid.
(160) Hij trekt de weerstand van 100 kΩ (bruin-zwart-geel) eruit en vervangt hem door eentje van 680 kΩ (blauw-grijs-geel) en drukt opnieuw op de toets.
Voor de auto's staat het licht nu steeds ongeveer 22 sekonden op rood. "Dat is nu misschien een beetje te lang", zegt Bassie tegen de burgemeester, "maar U kunt de tijd immers zelf bepalen, door een andere weerstand te gebruiken. Voor Uw technici geef ik nu nog een paar aanwijzingen."

Bassie Briljants aanwijzingen:

"Normaalgesproken is de waarde van de uitgangsspanning van de versterker even hoog als die van de minpool van de batterij. Dan is LED1 natuurlijk donker, maar LED2, die via weerstand RV2 met de pluspool van de batterij verbonden is, brandt.
Zo, en nu gaan wij eens kondensator C1 bekijken. Die heeft zichzelf via de weerstanden R1 en R2 kompleet ontladen. Wordt er nu op de toets gedrukt dan laadt hij zich via R2 snel op; een deel van de laadstroom wordt echter door de versterkeringang 'V' afgetapt, wat ertoe leidt dat de waarde van de uitgangsspanning van de versterker naar een waarde springt ongeveer ter grootte van die van de pluspool van de batterij springt. Daardoor gaat nu LED2 uit en LED1 aan. Nu kan C2, die tevoren eveneens ontladen was, via R3 langzaam opgeladen worden. Hoe groter C2 en R3 zijn, des te langer duurt dat. Bij het bereiken van een bepaalde laadspanning springt de versterkeruitgang vanzelf weer in de oorspronkelijke toestand terug.
Overigens, deze schakelwijze wordt door vakmensen 'monostabiele multivibrator' of soms simpel 'one shot' genoemd, omdat zij – in tegenstelling tot de bistabiele multivibrator – slechts één stabiele toestand heeft, waarnaar zij steeds weer vanzelf terugkeert."





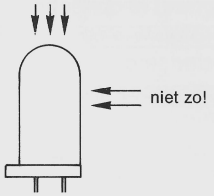
Nader belicht: de fototransistor

We hebben hem tot nog toe niet gebruikt maar we kunnen in de stuklijst nakijken hoe hij er uitziet: op het eerste gezicht zou je denken dat het een LED in een glashelder omhulsel is, want – en dat is toch echt heel verbazingwekkend voor een transistor – hij heeft slechts twee pootjes. Waar is zijn derde been?
Het antwoord is simpel: een fototransistor wordt niet door een elektronen-basis-stroom gestuurd maar door fotonen – en een fotonenstroom is licht. De fotonenstroom, dus het licht, werkt via het glasheldere omhulsel op de in het binnenste verborgen basis en heft de 'sperring' tussen kollektor en emitter in meer of mindere mate op. Hoe sterker het loodrecht van boven op de fototransistor vallende licht is, deste groter is de kollektor-emitterstroom.

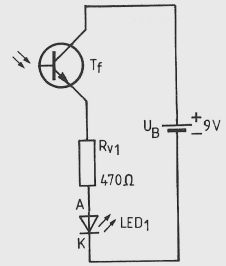
Dat gaan we meteen eens uitproberen. Pak de fototransistor vast en kijk van beneden naar de twee pootjes. We zullen op één plaats van het ronde omhulsel een afvlakking zien. Het kortere been aan de kant van de afvlakking is de kollektor en om vergissingen te voorkomen, knippen we uit het karton in het midden van het boek het symbool van de fototransistor uit en prikken het op de fototransistor net zoals de tekening aangeeft.

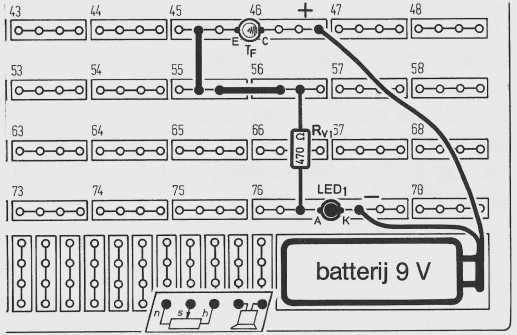
Licht en schaduw

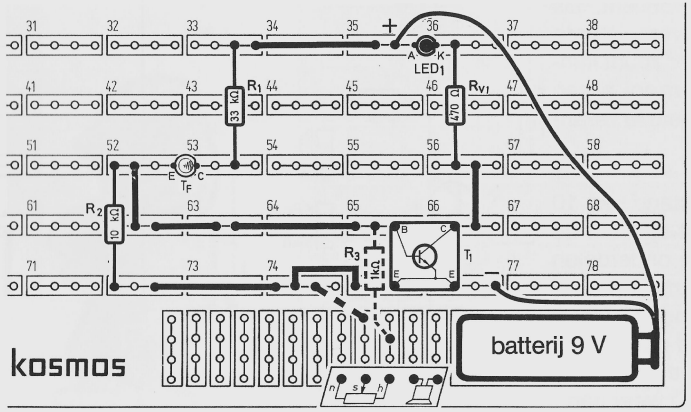
(161) Zet een testschakeling volgens de afbeelding rechts boven in elkaar en let er op dat de fototransistor niet in het felle licht komt.
De LED die ons moet aangeven, of er door de fototransistor een stroom vloeit of niet, blijft donker.
(162) Het licht van een burolamp of ook van een zaklamp wordt nu **van boven** op de fototransistor gericht.
De LED gaat aan ten teken dat er een kollektor-emitterstroom door de transistor vloeit: het licht maakt de fototransistor geleidend.

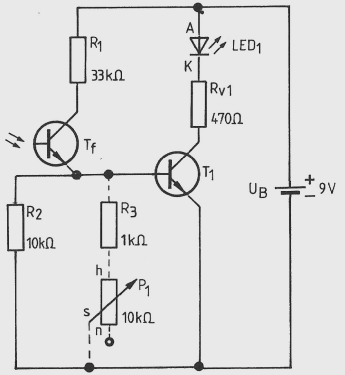


(163) Met de hand schermen we het licht nu een beetje af.
Je kunt duidelijk zien: al naar gelang de schaduwwerking brandt de LED feller of zwakker. We kunnen dus de stroom 'met de hand' sturen.



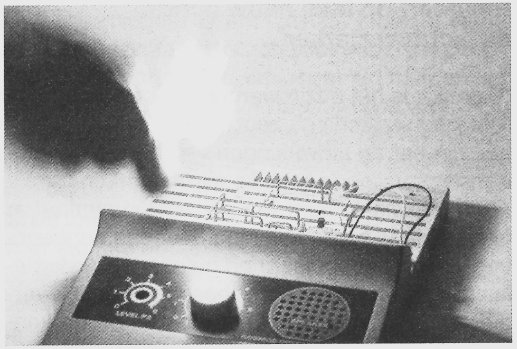






Reageert op heel flauw licht: de 'lichtversterker'.

"Eigenlijk is het onzin wanneer je beweert dat je licht kunt versterken", zegt Bassie Briljant. "Veeleer zijn het de uitwerkingen van het op de fototransistor vallende licht die we versterken."
(164) Bassie Briljant zet de 'lichtversterker' in elkaar, zoals op de tekening beneden aangegeven. De met streepjeslijnen getekende onderdelen laat hij voorlopig buiten beschouwing. Hij verduistert de kamer een beetje en let op de kontrole-LED.
Wanneer de omgevingshelderheid voldoende is afgenomen, zal de LED niet branden, omdat de fototransistor spert en aan de transistor T1 geen basisstroom levert.



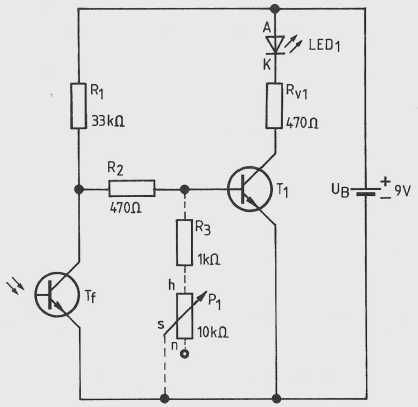
(165) Bassie Briljant steekt ongeveer 30 cm boven de fototransistor een lucifer aan. De LED gaat meteen aan. De kleine lichthoeveelheid van de brandende lucifer is voldoende om door de fototransistor een zeer klein stroompje te laten vloeien; deze ministroom komt direkt in de basis van T1 en bewerkstelligt een krachtige kollektorstroom.
"Het zou niet gek zijn", peinst Bassie Briljant, "als je dit apparaat niet alleen in een verduisterde maar ook in een matig heldere kamer zoudt kunnen gebruiken." En meteen schiet hem ook al een oplossing te binnen om de gevoeligheid te veranderen:

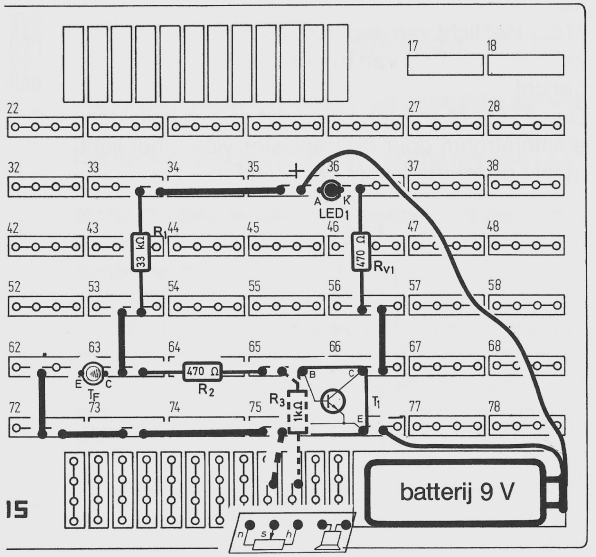
(166) Bassie Briljant trekt de weerstand van 10 kΩ eruit (bruin-zwart-oranje) en zet er de in de afbeelding met streepjes getekende onderdelen in (weerstand van 1 kΩ = bruin-zwart-rood).
Bij verschillende omgevingshelderheden wordt nu de potentiometer P1 zo ingesteld dat de LED net uit gaat. Laat je nu steeds iets meer licht op de fototransistor vallen dan gaat de LED weer aan.

Wacht maar tot het donker wordt: automatisch parkeerlicht

"Ik snap niet", dondert Bassie Briljant tijdens een voordracht voor de 'Vereniging ter bevordering van elektronische Verkeersveiligheidsmiddelen', "waarom niet elke auto van een automatisch parkeerlicht is voorzien. Kijk, dat is toch heel erg simpel. Ik heb er allang een schakeling voor ontwikkeld."
(167) Bassie zet het automatische parkeerlicht op de in de tekening aangegeven wijze in elkaar. Hij laat eerst fel licht op de fototransistor vallen. De LED is donker. "Dat is duidelijk", verklaart Bassie Briljant, "helder licht betekent immers dat het dag is. Nou, en nu laten we het eens nacht worden."

(168) Bassie schakelt alle bereikbare lampen uit, zodat de fototransistor vrijwel geen licht meer krijgt.
Prompt gaat de LED aan.





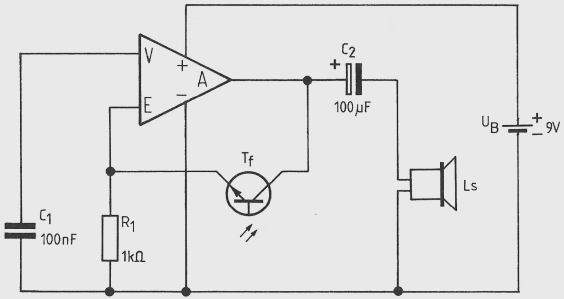
"In plaats van de serieschakeling van LED en weerstand van 470 Ω kun je natuurlijk ook het KOSMOS-netschakelapparaat gebruiken (zie pagina 68). Daarmee kun je dan zelfs 220 V-lampen in- en uitschakelen", voegt Bassie Briljant er nog aan toe.

"Bovendien kun je ook bij deze schakeling door toevoeging van een potentiometer en van een weerstand bereiken dat de schakeling bij 'verschillende graden van duisternis' in werking treedt."

(169) Die in de laatste opbouwtekening met streepjeslijnen getekende onderdelen worden er nu in gezet (1 kΩ = bruin-zwart-rood), en door het draaien met P1 wordt uigeprobeerd bij welke graad van duisternis de installatie in werking treedt.

van bovenaf op de fototransistor. Dan zwaait hij snel met twee, drie vingers boven de fototransisitor heen en weer.

Inderdaad: het geluid dat Bassie zo maakt, klinkt net als dat van eendengesnater. "Door de juiste hand- en vingerbewegingen kun je zelfs nog andere vogels nadoen", zegt hij trots. "We kunnen de schakeling ook een beetje veranderen."



(171) Bassie trekt de kondensator van 100 nF uit de schakeling en vervangt die door eentje van 1 µF. Daarbij let hij op, dat deze kondensator in de goede richting geplaatst wordt, dat wil zeggen dat zijn minkant ook aan de minpool van de batterij ligt.

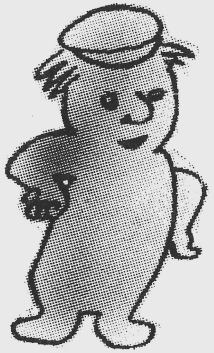
Door Bassies vingerakrobatiek ontstaat nu een veel lagere toon. Met een beetje fantasie zou je kunnen denken dat het schreeuwende eksters zijn.

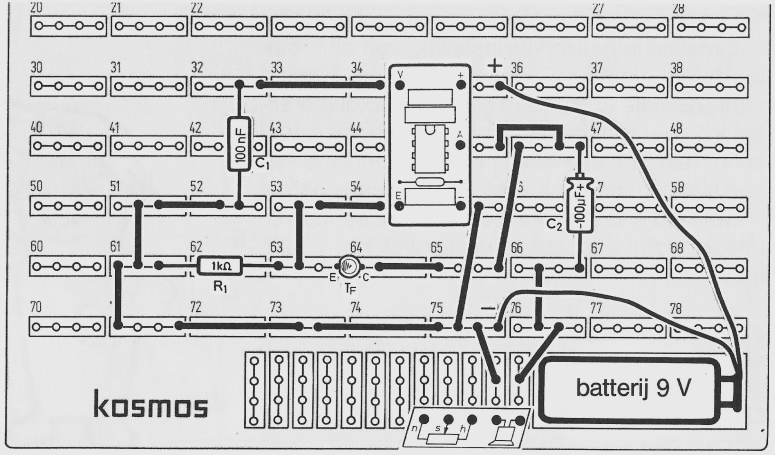
"Overigens: ter verklaring van deze schakeling valt helemaal niet veel te zeggen. We kennen haar reeds uit proef 147. Alleen hebben we de kondensator veranderd, de potentiometer weggelaten, voor R1 een weerstand van 1 kΩ en voor R2 de fototransistor gebruikt, die hier als een door het licht veranderende weerstand funktioneert."

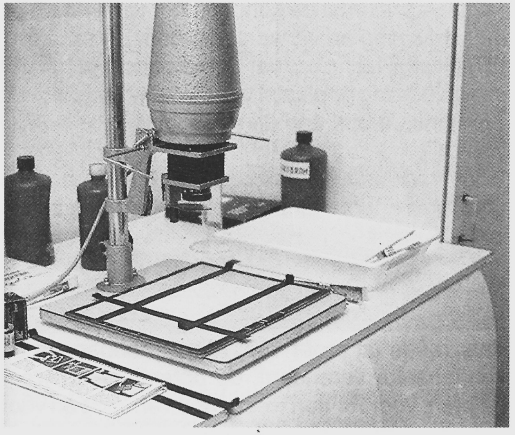
In het dierenrijk: eendengesnater door licht en schaduw

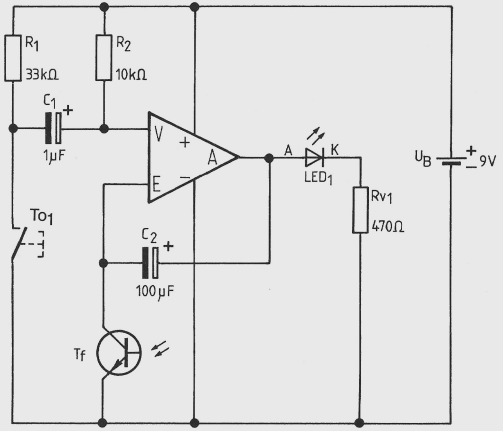
"Een echte onderzoeker moet altijd bereid zijn offers voor zijn wetenschap te brengen", zo zegt Bassie Briljant tijdens een voordracht voor de jeugdorganisatie van elektrotechnische padvinders. "Urenlang heb ik achter eenden aan geslopen en daarbij natte voeten gekregen, om hun gesnater te onderzoeken. Maar nu ben ik er: Met mijn nieuwste elektronika-uitvinding kan nu iedereen als een eend snateren. De mensheid staat op het punt de stap in het dierenrijk te zetten!"

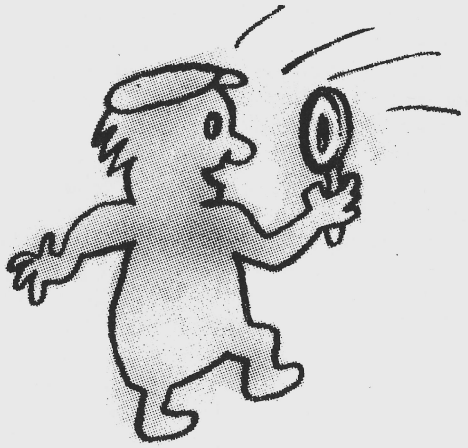
(170) Bassie Briljant zet zijn snater-machine zo in elkaar, als de tekening aangeeft. Voordat hij de batterijspanning aansluit, richt hij een zaklamp







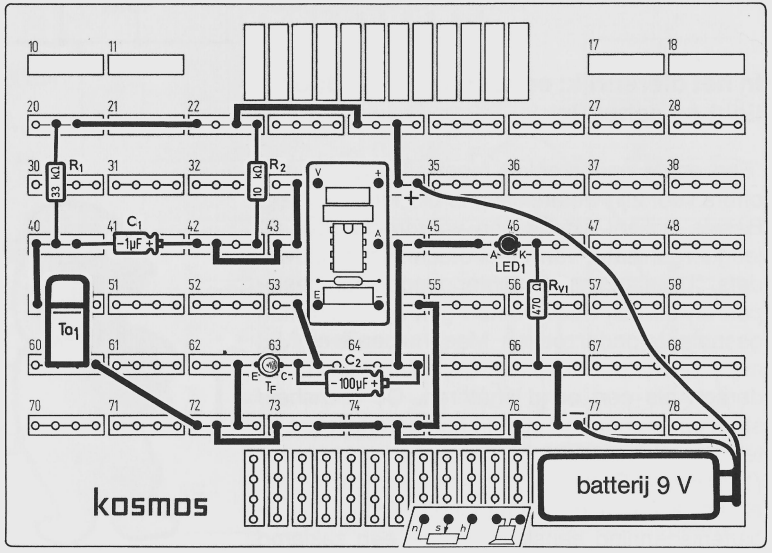




Nuttig hulpje in de doka: een volautomatische belichtingstimer

"Heeft U er eigenlijk al eens over gedacht, hoe de automatische belichtingsinstelling van een fototoestel of van een vergrotingstoestel werkt?" vraagt Bassie Briljant aan een groep fotolaboranten. "U gaat toch dagelijks met de techniek om. U zoudt dan ook een beetje over het principe van hun werking moeten weten. Ik heb een apparaat ontwikkeld waarmee men de automatisering van fotografische apparatuur uitstekend kan bestuderen."

(172) Bassie Briljant zet een belichtingsautomaat volgens de tekening in elkaar. Hij verduistert de kamer een beetje en drukt op de toets.
De LED gaat aan, blijft enkele sekonden branden en gaat dan vanzelf weer uit.



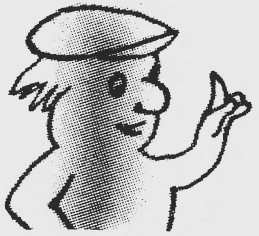
Bassie Briljant legt het uit:

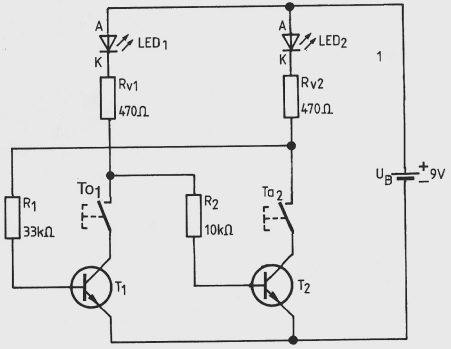
"Het principe is als volgt: In plaats van de LED met de voorschakelweerstand zal de laborant de lamp van het vergrotingstoestel gebruiken (die kan bijvoorbeeld via het KOSMOS-netschakelapparaat X worden aangesloten). Is het negatief dat hij wil vergroten, tamelijk donker dan moet het fotografisch papier natuurlijk langer belicht worden dan wanneer het negatief helder is. Een donker negatief betekent echter dat het licht van het vergrotingstoestel verzwakt wordt, dus dat op de fototransistor weinig licht valt. En kijk nu eens naar het schakelschema. Wij zien hier een monostabiele multivibrator (one shot; zie proef 159) met een fototransistor in plaats van de tijdsbepalende weerstand R3. Nu wordt het duidelijk: Weinig licht maakt de fototransistor slechts in geringe mate geleidend (hij funktioneert dan als een grote weerstand) en de belichtingstijd is dan ook lang. Ik simuleer nu eens een helder negatief door de lamp op de fototransistor te richten."

(173) Bassie schakelt een matig heldere buro- of zaklamp boven de fototransistor aan en drukt op de toets.
"De inschakeltijd van de LED is aanzienlijk korter: een helder negatief – geringe belichtingstijd", zo vervolgt Bassie zijn verklaring. "Omdat de fototransistor bijzonder lichtgevoelig is, moet men voor het praktische gebruik kleine hoedjes van meerkleurig of zwart papier maken, waarvan men er voor de totale afzwakking steeds een over de fototransistor zet."

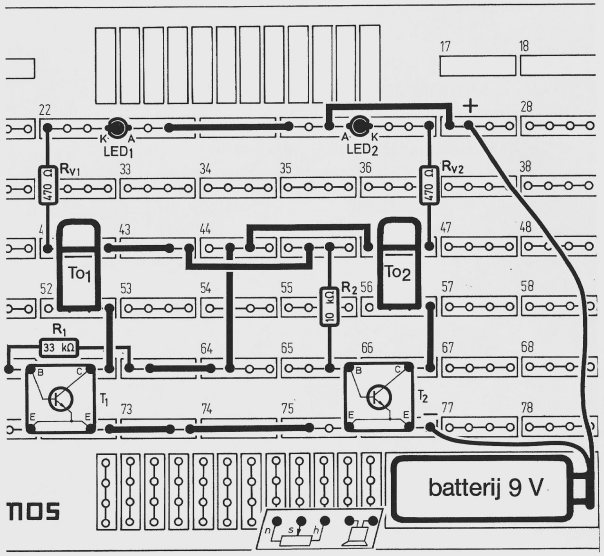
Wie is de snelste? Een elektronische reaktietester

"Mocht U willen weten wat het geheim achter mijn onuitputtelijke ideeënrijkdom is", zo vertelt Bassie bij een bijeenkomst van de 'club van beroepsuitvinders', "dan kan ik U een truukje verklappen: Ik train mijn grijze hersencelletjes met een elektronische reaktietester. Jawel, ook die heb ik uitgevonden. Het is een apparaat dat onomstotelijk vaststelt wie de winnaar van een reaktieduel is. Alstublieft, hier is het opbouwschema."





(174) Bassie zet de elektronische reaktietester precies volgens de tekening in elkaar en legt de spelregels uit.
"Iedere speler krijgt door de spelleider een toets toegewezen. Bij toets To1 hoort LED1 en bij toets To2 hoort LED2. De twee tegenstanders houden hun vingers 1 cm boven de toets. De spelleider let op dat niemand drukt voordat het kommando gegeven is, en hij telt af: 'een-twee-drie' – en bliksemsnel moet er gedrukt worden en moeten de toetsen ingedrukt blijven. De beslissing hangt van duizendsten van een sekonde af. Alleen de LED van de snelste zal gaan branden."



Storingen zoeken

Mocht er eens iets niet funktioneren, dan raadt Bassie Briljant je aan de volgende punten na te gaan:

Zijn alle onderdelen en draadbruggen aangebracht? (tel de draadbruggen even na!)

Zijn de elko's met de plus aan de pluspool van de batterij gelegd?

Zijn de weerstandswaarden juist? 3,3 kΩ (oranje-oranje-rood) en 33 kΩ (oranje-oranje-oranje), 10 Ω (bruin-zwart-zwart), 1 kΩ (bruin-zwart-rood) en 100 kΩ (bruin-zwart-geel) worden gemakkelijk verwisseld.

Is de batterij goed aangesloten (plus en min aan de goede kant)?
(plus = rode draad; min = zwarte draad).

Is de batterij zelf nog goed?

Is de LED niet verkeerdom geplaatst? (vlakke plek resp. korte poot = Kathode)

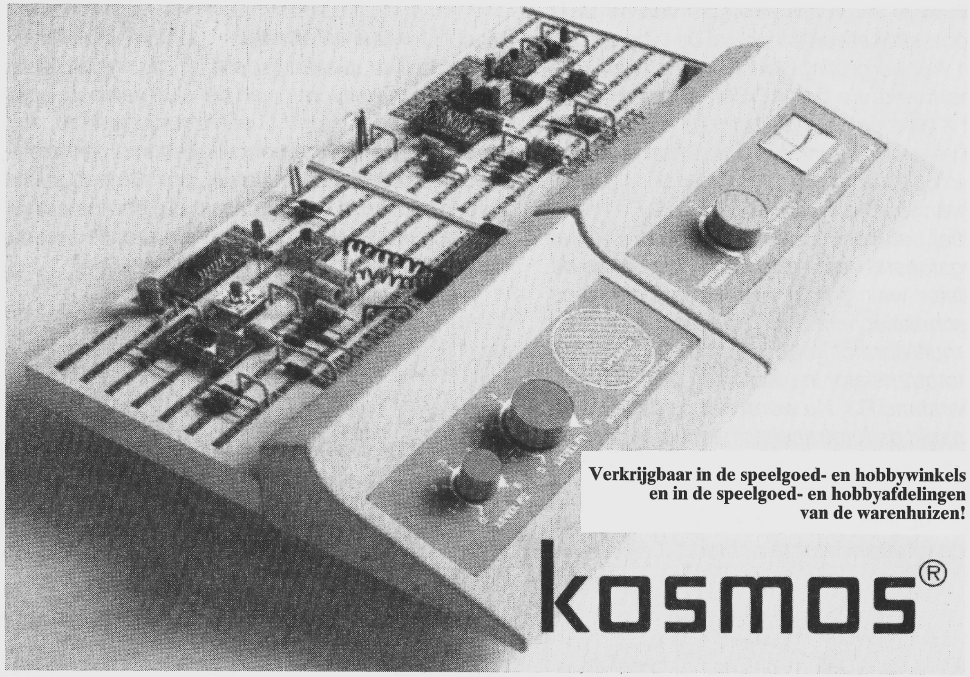
Is de fototransistor (T_f) niet verkeerdom aangebracht?

Zijn de transistoren goed geplaatst?

Indien er twijfel bestaat of een transistor nog goed is, dan kan dit met de opstelling van proef 32 getest worden.

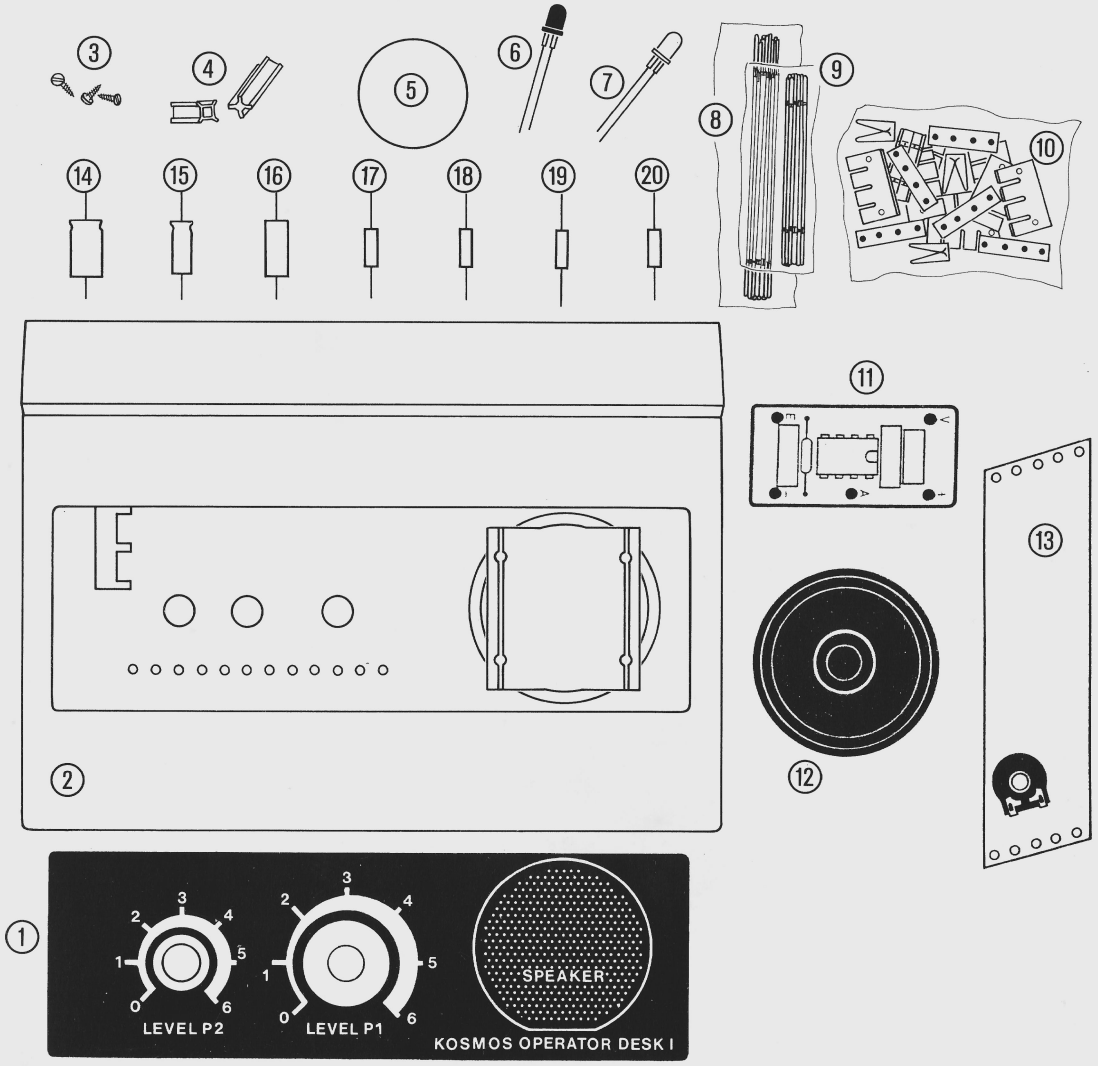
Als je deze punten systematisch nagaat zul je de fout beslist vinden.

De nieuwe KOSMOS-electronic-generatie



Kosmos-electronic X 3000 *specialist*
Meer dan 180 experimenten, schakelingen en toestellen, van de simpele knipperschakelingen tot de FM-radio-ontvanger met geïntegreerde schakeling (IC), veldeffekttransistor en kapaciteitsdiode.
Zonder voorkennis kunnen met moderne industriële elektronika-onderdelen in een handomdraai worden opgezet: Kojak-sirene, elektronisch drumstel, mini-orgel, akoestische brandmelder, lichtgevoelig alarm, infrarood-afstandsbediening, temperatuur-, licht-, magneet- en sensorschakelaar, ruisgenerator, lichtorgel met twee kanalen, FM-radio-ontvanger en nog veel meer. Bij gebruik nodig: een 9 V-batterij IC 6 F 22 of een KOSMOS-nettrafo X (beide worden niet met de doos meegeleverd). **Bestelnummer 61738**

KOSMOS electronic X 4000 *professional*
Het komplete elektronika-laboratorium voor de hoogste eisen. Modernste techniek, uitgebalanceerd weergegeven in theorie en praktijk. Voor beginners en gevorderden. De modernste onderdelen zoals npn- en pnp-transistoren, lichtgevende dioden (LED's), infrarood-zenderdiode, fototransistor en kapaciteitsdiode, operationele versterker (IC), viervoudige digitale bouwsteen (IC), meetinstrument en nog veel meer. Een experimenteerkursus van de basiskennis tot de computerlogika.
Met de modernste industriële onderdelen worden zonder enige voorkennis in een handomdraai in elkaar gezet: radio met luidspreker, afluisterinstallatie, disco-light, klap-schakelaar, belichtingsautomaat, alarminstallaties, elektronische muziekinstrumenten, reaktietester, tweetonige klaxon, racefiets-simulator, lichtversterker, schaduworgel en nog veel meer. Bij gebruik nodig: een 9 V-batterij IC 6 F 22 of een KOSMOS-nettrafo X (beide worden niet met de doos meegeleverd). **Bestelnummer 61748**



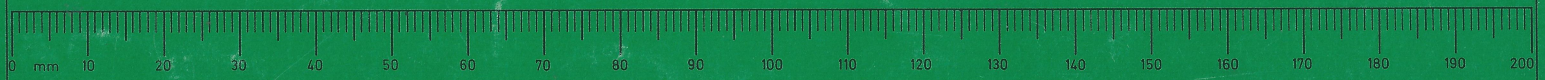
STUKLIJST DEEL II

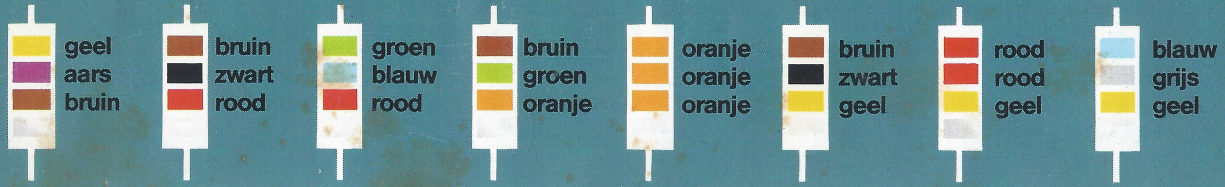
Onderdeel	Bestelnr.
1. Paneelsticker DESK I	60-7001.6
2. Schakelpaneel	60-7015.7
3. drie cilindrische metaal-schroeven elk	60-2018.8
4. Twee verbindingspennen elk	60-8372.7
5. grote draaiknop	60-8371.7
6. LED	60-0205.8
7. Fototransistor T_f	60-0211.8
8. Zakje met lange draadbruggen	60-0029.2
9. Zakje met korte draadbruggen	60.0028.2
10. Zakje met klemveren	60-0061.2
11. Versterkermoduul	60-4303.6
12. Luidspreker	60-4201.6
13. Potentiometer-moduul (P1)	60-4302.6
14. Elektrolytische kondensator 1μF	60-0305.8
15. Elektrolytische kondensator 10μF	60-0335.8
16. Kondensator 100 nF (0,1μF)	60-0312.8
17. Weerstand 10Ω	60-0450.8
18. Weerstand 100Ω	60-0428.8
19. Weerstand 3,3kΩ	60-0437.8
20. Weerstand 10kΩ	60-0431.8

Kosmos electronic X 2000

Farbe			1e ring (1e cijfer)	2e ring (2e cijfer)	3e ring (aantal nullen)	4e ring (tolerantie)
zwart	zw		0	0	–	–
bruin	br		1	1	0	ca. 1 %
rood	rd		2	2	00	ca. 2 %
oranje	or		3	3	000	
geel	ge		4	4	0000	
groen	gn		5	5	00000	
blauw	bl		6	6	000000	
paars	pa		7	7		
grijs	gr		8	8		
wit	wi		9	9		
		zonder ring				ca. 20 %
vaak		goud			x 0,1	ca. 5 %
ook:		zilver			x 0,01	ca. 10 %

br–zw–zw	**10–GV**
br–zw–br	**100–GV**
ge–pa–br	**470–GV**
br–zw–rd	**1k–GV**
or–or–rd	**3,3k–GV**
gn–bl–rd	**5,6k–GV**
br–zw–or	**10k–GV**
br–gn–or	**15k–GV**
or–or–or	**33k–GV**
br–zw–ge	**100k–GV**
rd–rd–ge	**220k–GV**
bl–gr–ge	**680k–GV**




470Ω
geel
aars
bruin
1 kΩ
bruin
zwart
rood
5,6 kΩ
groen
blauw
rood
15 kΩ
bruin
groen
oranje
33 kΩ
oranje
oranje
oranje
100 kΩ
bruin
zwart
geel
220 kΩ
rood
rood
geel
680 kΩ
blauw
grijs
geel

kosmos®